



TUGAS AKHIR - RE 141581

**ANALISIS POLA KEBISINGAN DI SEKITAR AREA
FASILITAS KESEHATAN KOTA
(STUDI KASUS RSUD DR. SOETOMO SURABAYA)**

**PRATAMA HERU PRASETYO
3313100090**

**Dosen Pembimbing
Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si., MT.**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**



FINAL PROJECT - RE 141581

**NOISE PATTERN ANALYSIS AROUND CITY
HEALTH FACILITY AREA
(STUDY CASE: RSUD DR. SOETOMO SURABAYA)**

**PRATAMA HERU PRASETYO
3313100090**

**Supervisor
Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si., MT**

**DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
Faculty of Civil, Environmental and Geo Engineering
Institut of Technology Sepuluh Nopember
Surabaya 2017**

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS POLA KEBISINGAN DI SEKITAR AREA
FASILITAS KESEHATAN KOTA
(STUDI KASUS RSUD DR. SOETOMO SURABAYA)

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang S-1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh:

PRATAMA HERU PRASETYO
NRP 3313100090

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir



Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si., MT.
NIP 19751018 200501 1 003



ANALISIS POLA KEBISINGAN DI SEKITAR AREA FASILITAS KESEHATAN KOTA (STUDI KASUS RSUD DR. SOETOMO SURABAYA)

Nama Mahasiswa : Pratama Heru Prasetyo
NRP : 3313100090
Jurusan : Teknik Lingkungan, FTSP-ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si., MT.

ABSTRAK

RSUD Dr. Soetomo merupakan aset sangat penting di kota Surabaya sebagai salah satu fasilitas kesehatan kota dengan skala pelayanan tingkat provinsi. Lokasi RSUD Dr. Soetomo berada di pusat aktifitas kota yang sangat dekat dengan fasilitas transportasi, perdagangan, pendidikan dan fasilitas lainnya. Padatnya area sekitar terutama dari aktivitas transportasi yang melalui empat ruas jalan di sekeliling RSUD Dr. Soetomo mengakibatkan potensi tingginya kebisingan pada fasilitas kesehatan ini. Mengacu pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI No. 48 tahun 1996 tentang metode pemantauan dan baku tingkat kebisingan di area rumah sakit maka dilakukan penelitian kebisingan di kawasan sekitar RSUD Dr. Soetomo. Hasil penelitian ini kemudian dikorelasikan dengan nilai ambang baku mutu kebisingan sesuai dengan nilai kebisingan maksimum di area rumah sakit. Data primer tingkat kebisingan diambil di beberapa titik lokasi di area rumah sakit. Data-data diperoleh digunakan untuk menghitung nilai intensitas kebisingan ekivalen siang hari (L_s) dan malam hari (L_m), serta intensitas rata-rata kebisingannya per hari (L_{sm}) didapatkan nilai 73dB(A). Nilai L_{sm} diolah menjadi peta kebisingan menggunakan software surfer dan dianalisis pola penyebaran kebisingan terutama dari sumber lalu lintas. Direncanakan peredam bising dengan kombinasi Bangunan peredam bising dinding kaca yang memiliki angka reduksi 17dB dengan tanaman peredam bising alami *Heliconia* sp. Yang memiliki angka reduksi 3.8 dB. Kombinasi peredam bising tersebut dapat menurunkan kebisingan hingga memenuhi baku mutu. Kemudian dilakukan pemetaan kebisingan dengan dan tanpa peredam bising.

Kata kunci : Barrier, Kebisingan, RSUD Dr. Soetomo, Sound Level Meter, Surfer

NOISE PATTERN ANALYSIS AROUND CITY HEALTH FACILITY AREA (STUDY CASE: RSUD DR. SOETOMO SURABAYA)

Student Name : Pratama Heru Prasetyo
NRP : 3313100090
Departement : Teknik Lingkungan, FTSP-ITS
Supervisor : Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si., MT.

ABSTRACT

RSUD Dr. Soetomo is a very important asset in the city of Surabaya as one of the city health facilities with the provincial level of service. Location RSUD Dr. Soetomo is at the center of a city activity very close to transport, trade, education and other facilities. The density of the surrounding area is mainly from transportation activities through four road segments around RSUD Dr. Soetomo resulted in the potential for high noise at this health facility. Referring to the Regulation of the Minister of Environment RI No. 48 of 1996 on the method of monitoring and standard noise levels in the area of the hospital hence conducted noise research in the area around RSUD Dr. Soetomo. The results of this study were then correlated with the standard threshold of noise quality in according the maximum noise value in the area of the hospital. Primary data of noise level is taken at some point location in hospital area. The data obtained is used to calculate the intensity value of daytime noise (Ls) and night (Lm), and the average intensity of noise per day (Lsm) is 73dB (A). The Lsm value is processed into noise map using surfer software and analyzed the pattern of noise spread especially from the traffic source. Planned noise barriers with a combination of a wall-thickening noisy silencer building that has a 17dB reduction rate with a natural noisy silencing plant *Heliconia* sp. Which has a 3.8 dB reduction rate. The combination of noise absorbers can reduce the noise to meet the quality standards. Then do noise mapping with and without noise absorbers.

Keywords : Barrier, Noise, RSUD Dr. Soetomo, Sound Level Meter, Surfer

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga Tugas Akhir dengan judul “**Analisis Pola Kebisingan di Sekitar Area Fasilitas Kesehatan Kota (Studi Kasus RSUD Dr. Soetomo Surabaya)**” ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya sebagai syarat memperoleh gelar sarjana teknik di Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS Surabaya.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Abdu Fadli Assomadi, S.Si., MT selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahnya.
2. Bapak Dr. Eng. Arie Dipareza Syafei, S.T.,MEPM., Bapak Dr.Ir. Rachmat Boedisantoso, M.T., dan Bapak Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, M.T., selaku dosen penguji atas saran dan nasihatnya.
3. Ayahanda Mustakim dan Ibunda Sulastri yang selalu memberikan dukungan dalam segala hal dan doa.
4. Teman-teman LMB ITS, dan Teman-teman HMB cabang Surabaya yang membantu dalam proses pengumpulan data.
5. Rekan seperjuangan L-31 khususnya rekan sebimbing bapak Assomadi.
6. Pihak-pihak lain yang belum disebutkan yang memberikan bantuan moral maupun spiritual kepada penulis.

Penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk penyempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini bias memberikan manfaat dan inspirasi untuk penelitian-penelitian selanjutnya.

Surabaya, 21 Juni 2017

Penulis

DAFTAR ISI

Abstrak	i
Kata Pengantar	iii
Daftar Isi	iv
Daftar Tabel	vi
Daftar Gambar	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Ruang Lingkup	4
1.5 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Pengertian Kebisingan	7
2.2 Sumber Kebisingan	8
2.3 Jenis-Jenis Kebisingan	9
2.4 Tingkat Kebisingan	10
2.5 Pengukuran Kebisingan	12
2.6 Nilai Ambang Batas (NAB) Intensitas Kebisingan	14
2.7 Teknologi Peredam Kebisingan	16
2.8 Pemetaan dengan Software Surfer	17
2.9 <i>Sound level meter</i> dan Global Positioning System	18
BAB III GAMBARAN UMUM WILAYAH PENELITIAN	21
3.1 Lokasi Geografis Wilayah Penelitian	21
3.2 Kondisi Fisik Wilayah Penelitian	21
3.3 Karakteristik Fasilitas Umum Sekitar Rumah Sakit	22
3.4 Gambaran Transportasi pada Wilayah Penelitian	22

3.5 Kondisi Titik Pengambilan sampel Tingkat Kebisingan.....	23
BAB IV METODE PENELITIAN.....	27
4.1 Kerangka Kerja.....	27
4.1.1 Studi Literatur	28
4.1.2 Ide Studi	28
4.1.3 Identifikasi Masalah	28
4.1.4 Observasi Lapangan	29
4.1.5 Pengumpulan Data	29
4.1.6 Analisis dan Pembahasan	32
4.1.7 Kesimpulan	36
4.1.8 Penyusunan Laporan Tugas Akhir	36
BAB V ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....	37
5.1 Analisi Data Tingkat Kebisingan.....	37
5.1.1 Perhitungan Level Kebisingan.....	37
5.2 Pembuatan Peta Tingkat Kebisingan	51
5.2.1 <i>Plotting</i> Titik Pengambilan sampel	51
5.2.2 Evaluasi Kondisi Kebisingan	56
5.2.3 Perencanaan peletakan BPB	64
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....	77
6.1 Kesimpulan	77
6.2 Saran	77
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN	LA 1

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Baku Tingkat Kebisingan.....	16
Tabel 5.1	Hasil Pengukuran Tingkat Kebisingan	37
Tabel 5.2	Leq tiap Interval Pada Hari Senin.....	39
Tabel 5.3	Hasil Pehitungan Ls, Lm dan Lsm.....	40
Tabel 5.4	Rekapitulasi Lsm selama 1 Minggu.....	41
Tabel 5.5	Hasil Perhitungan Jumlah Kendaraan Rata-rata di Jalan Karang Menjangan.....	45
Tabel 5.6	Hasil Perhitungan Jumlah Kendaraan Rata-rata di Jalan Airlangga	45
Tabel 5.7	Hasil Perhitungan Jumlah Kendaraan Rata-rata di Jalan Dharmawangsa	46
Tabel 5.8	Hasil Perhitungan Jumlah Kendaraan Rata-rata di Jalan Dr. Moestopo	46
Tabel 5.6	Koordinat DMS Titik Pengambilan sampel.....	52
Tabel 5.7	Koordinat UTM Titik Pengambilan sampel.....	53
Tabel 5.8	Hasil Perhitungan Reduksi Kebisingan Karena Pertambahan Jarak pada Titik Tambahan.....	57
Tabel 5.9	Hasil Perhitungan Reduksi Kebisingan di Titik Tambahan Terdekat pada Siang Hari.....	59
Tabel 5.10	Hasil Perhitungan Reduksi Kebisingan di Titik Tambahan Terdekat pada Malam Hari	61
Tabel 5.11	Hasil Perhitungan Reduksi Kebisingan di Titik Tambahan Terdekat pada Siang Hari.....	62
Tabel 5.12	Efektifitas Reduksi Tigkat Kebisingan dari BPB Buatan	65
Tabel 5.13	Efektifitas Reduksi Tigkat Kebisingan dari Peredam Bising Alami	66
Tabel 5.14	Hasil Perhitungan Bilangan Fresnel.....	69

Tabel 5.15 Hasil Perhitungan Reduksi Tingkat Kebisingan Karena Jarak, Peredam Buatan dan Peredam	73
---	-----------

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Sound Level Meter	19
Gambar 2.2	Global Positioning System	20
Gambar 3.2	Peta Kawasan Penelitian dan Titik Sampling	25
Gambar 4.1	Diagram Alir Kerangka Kerja.....	28
Gambar 5.1	Grafik Komparasi Ls Maksimum Harian dengan Ls Minimum Harian dari Titik Sampling di area luar rumah sakit.....	43
Gambar 5.2	Grafik Komparasi Lm Maksimum Harian dengan Lm Minimum Harian dari Titik Sampling di area luar rumah sakit.....	43
Gambar 5.3	Grafik Komparasi Lsm Maksimum Harian dengan Lsm Minimum Harian dari Titik Sampling di area luar rumah sakit.....	44
Gambar 5.4	Grafik Komparasi Ls Maksimum Harian dengan Ls Minimum Harian dari Titik Sampling di area dalam rumah sakit	46
Gambar 5.5	Grafik Komparasi Lm Maksimum Harian dengan Lm Minimum Harian dari Titik Sampling di area dalam rumah sakit	47
Gambar 5.6	Grafik Komparasi Lsm Maksimum Harian dengan Lsm Minimum Harian dari Titik Sampling di area dalam rumah sakit.....	47
Gambar 5.7	Grafik Komparasi Ls Maksimum Harian dengan Ls Minimum Harian dari Titik Sampling di lantai 2 rumah sakit.....	48
Gambar 5.8	Grafik Komparasi Lm Maksimum Harian dengan Lm Minimum Harian dari Titik Sampling di lantai 2 rumah sakit.....	49
Gambar 5.9	Grafik Komparasi Lsm Maksimum Harian dengan Lsm Minimum Harian dari Titik Sampling di lantai 2 rumah sakit	49
Gambar 5.10	Grafik Komparasi Lsm Maksimum Harian	

dengan Lsm Minimum Harian dalam Satu Minggu	50
Gambar 5.11 Proses <i>Plotting</i> Peta	51
Gambar 5.12 Lokasi Titik Sampling Utama	54
Gambar 5.13 Lokasi Titik Pengambilan Sampel Utama dan Titik Tambahan	55
Gambar 5.14 Skenario Peredam Kebisingan	67
Gambar 5.15 Grafik Maekawa	70
Gambar 5.16 Bangunan Peredam Bising dengan Bahan Kaca	71
Gambar 5.17 Tumbuhan <i>Heliconia sp.</i>	71
Gambar 5.18 Tumbuhan Bambu	72
Gambar 5.19 Sebaran Kebisingan Harian Maksimum Tanpa BPB	75
Gambar 5.20 Sebaran Kebisingan Harian Maksimum dengan BPB	76

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebisingan merupakan salah satu masalah kesehatan lingkungan terutama di kota-kota besar. Laporan WHO tahun 1988 sebagaimana dalam dokumen Dinas Kesehatan RI (1995), menyatakan bahwa 8% - 12% penduduk dunia telah menderita dampak kebisingan (Ikron 2007). Dampak kebisingan ini terutama terjadi pada kota-kota besar, karena aktivitas sosial ekonomi penduduk yang sangat tinggi.

Kota Surabaya sebagai kota terbesar kedua di Indonesia merupakan kota dengan aktivitas penduduk yang tinggi. Perkembangan ekonomi di Kota Surabaya yang cepat, salah satunya menyebabkan kebutuhan sarana transportasi yang semakin besar. Data lalu lintas menunjukkan, jumlah dan jenis kendaraan bermotor yang beroperasi baik kendaraan pribadi maupun kendaraan umum juga mengalami peningkatan yang besar. Disisi lain, sektor lalu lintas merupakan sumber utama kebisingan dalam masyarakat perkotaan. Menurut Mediastika (2005) tingkat kebisingan di tepi jalan raya di beberapa kota besar di Indonesia umumnya mendekati 70 hingga 80 dBA. Salah satu sumber bising lalu lintas jalan antara lain berasal dari bunyi klakson dan suara mesin atau knalpot (Ikron, 2007).

Paparan kebisingan dengan intensitas tinggi dengan waktu yang lama secara terus menerus dapat mengganggu dan merusak indra pendengaran dan secara tidak langsung dapat mengganggu aktivitas dan produktivitas manusia yang terpapar bunyi. Dalam PERMEN LH no.48 tahun 1996, ada beberapa kawasan dan lingkungan kegiatan yang ditentukan baku mutu kebisingannya yaitu perumahan dan pemukiman, perdagangan dan jasa, perkantoran, ruang terbuka hijau, industri, pemerintahan dan fasilitas umum, rekreasi dan kawasan khusus (Bandar udara, stasiun kereta api, pelabuhan laut dan cagar budaya), dan

lingkungan kegiatan rumah sakit atau sejenisnya, sekolah atau sejenisnya dan tempat ibadah atau sejenisnya.

Fasilitas kesehatan masyarakat, salah satunya rumah sakit besar lebih banyak berada di pusat aktivitas kota. Hal ini menjadikannya sangat dekat dengan sumber-sumber kebisingan. Sebagai contoh adalah RSUD Dr. Soetomo Surabaya, rumah sakit terbesar di Jawa Timur yang berada di Pusat kegiatan di Kota Surabaya. Rumah sakit ini di kelilingi oleh empat jalan raya besar yaitu Jalan Prof. Dr. Moestopo di sebelah Utara, Jalan Karang Menjangan di sebelah Timur, Jalan Airlangga di sebelah Selatan dan Jalan Darmawangsa di sebelah Barat. Di lokasi ini terdapat tiga perempatan besar dan satu pertigaan besar yang selalu padat kendaraan setiap harinya. Tak jarang, kemacetan terjadi di jalan raya yang mengelilingi rumah sakit ini karena banyaknya faktor antara lain sempitnya ruas jalan, peningkatan volume kendaraan pada jam-jam sibuk, banyaknya pedagang kaki lima yang beroperasi di pinggir ruas jalan dan terdapat dua fasilitas pendidikan di sebelah utara dan selatan rumah sakit. Dampaknya adalah kebisingan yang cukup tinggi di sekitar area fasilitas kesehatan ini.

Secara prinsip setiap bangunan memiliki ambang paparan kebisingan yang diperbolehkan, termasuk rumah sakit. Menurut World Health Organization (WHO), batas paparan kebisingan bagi rumah sakit yang diperbolehkan tidak lebih dari 40 desibel (dB) pada lingkungan rumah sakit, dan 35 dB pada bagian dalam ruang rawat inap. Sedangkan Departemen Kesehatan RI memberikan batas paparan kebisingan bagi rumah sakit di Indonesia tidak lebih dari 45 dB pada saat pasien tidak tidur dan tidak lebih dari 40 dB pada saat pasien tidur. Untuk paparan dari area luar rumah sakit, yaitu sebesar 55 dB seperti yang tercantum dalam lampiran Permen LH no. 48 Tahun 1996. Ruang-ruang lain di rumah sakit juga memiliki ambang batas bunyi seperti yang tercantum dalam Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor1204/MENKES/SK/X/2004 tentang persyaratan Kesehatan Rumah Sakit dengan batas waktu pemaparan maksimal 8 jam. Pembatasan pemaparan kebisingan ini diperlukan untuk memberikan kesempatan bagi pasien untuk beristirahat dalam proses penyembuhan secara fisik maupun secara psikologis.

Penelitian pendahuluan yang dilakukan di sekitar area RSUD Dr. Soetomo Surabaya menunjukkan potensi kebisingan yang dapat melampaui baku mutu yang ditetapkan. Kepadatan lalu lintas dan aktivitas masyarakat di kawasan penelitian yang direncanakan, berkorelasi dengan hasil pengukuran tingkat kebisingan dalam kisaran rata-rata sebagai berikut:

- Jalan Prof. Dr. Moestopo : 84 dB
- Jalan Karang Menjangan : 82 dB
- Jalan Airlangga : 84 dB
- Jalan Darmawangsa : 80 dB

Pengukuran ini dilakukan pada tanggal 11 Maret 2017 pukul 17.00-18.00 WIB dengan menggunakan alat Sound Level Meter (SLM) di beberapa titik sampling tersebut. Besarnya nilai kebisingan di jalan-jalan utama sekitar RSUD tersebut memerlukan analisis lebih dalam pada tingkat kebisingan di dalam area. Dengan memperhatikan posisi antar jalan yang mengelilingi rumah sakit, hasil pengukuran awal tersebut menunjukkan potensi tingkat kebisingan yang melebihi ambang batas tingkat kebisingan kawasan rumah sakit dengan sumber kebisingan dari luar rumah sakit yaitu sebesar 55 dB. Masih perlu dilakukan analisis lebih lanjut untuk memastikan tingkat kebisingan di dalam kawasan RSUD, dengan penelitian yang lebih dalam.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka penelitian ini dilakukan untuk analisis tingkat kebisingan dan pola persebaran kebisingan di kawasan RSUD Dr. Soetomo. Hasil analisis digunakan untuk mendapatkan area-area yang berpotensi mempunyai tingkat kebisingan tinggi dan pendekatan skenario mengendalikan kebisingan dengan perencanaan barrier atau reduksi kebisingan baik alamiah atau artifisial.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana potensi kondisi kebisingan di kawasan RSUD Dr. Soetomo dari aktivitas transportasi di sekitarnya.

2. Bagaimana pola reduksi dan sebaran kebisingan yang ditimbulkan oleh aktivitas transportasi di sekitar RSUD Dr. Soetomo.
3. Bagaimana skenario potensial untuk mengatasi masalah kebisingan di kawasan RSUD Dr. Soetomo.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan potensi kondisi kebisingan di kawasan RSUD Dr. Soetomo dari aktivitas transportasi dan aktivitas lain di sekitarnya.
2. Menentukan gambaran pola reduksi dan sebaran kebisingan yang ditimbulkan oleh aktivitas transportasi dan aktivitas lainnya di sekitar RSUD Dr. Soetomo
3. Menentukan skenario potensial reduksi kebisingan beserta tingkat reduksinya untuk mengatasi masalah kebisingan di kawasan RSUD Dr. Soetomo.

1.4 Ruang Lingkup

Dalam penelitian ini dibatasi ruang lingkup yaitu:

1. Penelitian kebisingan dilakukan di sekitar RSUD Dr. Soetomo Surabaya khususnya dari sektor aktivitas jalan raya (transportasi), dengan asumsi kebisingan sumber lain cukup kecil atau tidak kontinyu sehingga diabaikan.
2. Pengambilan sampel menggunakan alat Sound Level Meter (SLM) untuk mengukur kebisingan, stopwatch untuk pengukuran waktu dan Global Positioning System (GPS) untuk menentukan titik koordinat titik sampling.
3. Pengukuran level bunyi dilakukan sedekat mungkin dengan sumber kebisingan pada kawasan penelitian tanpa memperhatikan arah dan kecepatan angin tetapi memperhatikan cuaca/iklim (tidak dilakukan saat cuaca sedang hujan).

4. Pengukuran level bunyi dilakukan selama 2 minggu dalam jangka waktu 7 hari setiap minggunya sesuai interval waktu yang telah ditetapkan di KEPMEN LH No.48 tahun 1996.
5. Pemetaan pola tingkat kebisingan dengan menggunakan aplikasi surfer (versi golden software surfer 11)

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Tingkat dan pola kebisingan yang diperoleh dari penelitian ini dapat digunakan sebagai salah satu acuan evaluasi kenyamanan aktivitas rumah sakit di RSUD Dr. Soetomo.
2. Peta pola persebaran tingkat kebisingan yang dihasilkan dari penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan pengelolaan kebisingan di RSUD Dr. Soetomo untuk menuju terpenuhinya NAB menurut KEPMEN LH No. 48 tahun 1996.
3. Metode yang digunakan dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan evaluasi kebisingan pada fasilitas lain yang sejenis.
4. Mengetahui seberapa besar fungsi barrier guna menurunkan tingkat kebisingan yang terjadi di kawasan penelitian.

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian kebisingan

Kebisingan adalah bunyi yang tidak diinginkan dari usaha atau kegiatan dalam tingkat dan waktu tertentu yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia dan kenyamanan lingkungan (KEPMEN LH no 48 tahun 1996). Definisi serupa disebutkan dalam Kepmenaker 51/MEN/1999, sebagai semua suara yang tidak dikehendaki yang bersumber dari alat-alat proses produksi dan atau alat-alat kerja yang pada tingkat tertentu dapat menimbulkan gangguan pendengaran. Polusi suara atau kebisingan dapat didefinisikan sebagai suara yang tidak dikehendaki dan mengganggu manusia (Lord, 2001). Tingkat intensitas bunyi dinyatakan dalam satuan bel atau decibel (dB) (Sears dan Zemansky, 1962).

Salah satu sumber kebisingan adalah aktivitas lalu lintas atau transportasi. Lalu lintas atau transportasi adalah kegiatan lalu-lalang atau gerak kendaraan, orang dan/atau hewan di jalan (Warpani, 2002). Aktivitas transportasi yang memiliki pengaruh besar terhadap kebisingan adalah keberadaan kendaraan bermotor. Kendaraan bermotor memberikan pengaruhnya melalui suara yang dihasilkan kendaraan tersebut dari knalpotnya, mesin yang tidak teredam, gesekan ban dengan jalan, dan lainnya. Pada saat tertentu, motor yang memiliki knalpot yang sudah tidak standar menghasilkan kebisingan yang sangat besar. Suara knalpot dari sepeda motor yang telah dimodifikasi dapat mencapai 80-90 dBA (Krisindarto, 1996). Kecepatan memberikan pengaruh yang kecil terhadap kebisingan. Kebisingan yang terjadi hanya dipengaruhi oleh volume lalu lintas saja (Rao, 1988).

Bunyi atau suara didengar sebagai rangsangan pada sel saraf pendengar dalam telinga oleh gelombang longitudinal. Gelombang ini ditimbulkan dari getaran sumber bunyi atau suara dan merambat melalui media udara atau penghantar lainnya. Ketika bunyi atau suara tersebut tidak dikehendaki karena mengganggu atau timbul di luar kemauan orang yang bersangkutan, maka bunyi-bunyian atau suara tersebut dinyatakan

sebagai kebisingan. Seorang cenderung mengabaikan kebisingan yang dihasilkannya sendiri bila kebisingan itu wajar menyertai pekerjaan, seperti kebisingan mesin kerja atau kebisingan alamiah karena hembusan angin, suara air dan sebagainya. Namun demikian, kebisingan mekanik atau elektrik, yang disebabkan kipas angin, transformator, motor, pompa, pembersih vakum atau mesin cuci, selalu lebih mengganggu daripada kebisingan yang yang hakekatnya alami (angin, hujan, dan air terjun) (Prasetio, 2006).

2.2 Sumber Kebisingan

Menurut Dirjen PPM dan PL, DEPKES dan KESSOS RI, 2000 dalam Subaris dan Haryono (2008) sumber kebisingan dibedakan menjadi tiga yaitu :

1) Bising Industri

Industri besar termasuk di dalamnya pabrik, bengkel dan sejenisnya. Bising industri dapat dirasakan oleh karyawan maupun masyarakat di sekitar industri dan juga setiap orang yang secara tidak sengaja berada di sekitar industri tersebut. Sumber kebisingan bising industri dapat diklasifikasikan menjadi 3 macam, yaitu :

a) Mesin : Kebisingan yang ditimbulkan oleh mesin.

b) Vibrasi: Kebisingan yang ditimbulkan oleh akibat getaran yang ditimbulkan akibat gesekan, benturan atau ketidakseimbangan gerakan bagian mesin. Terjadi pada roda gigi, batang torsi, piston, fan, dan lain-lain.

c) Pergerakan udara, gas dan cairan: Kebisingan ini ditimbulkan akibat pergerakan udara, gas, dan cairan dalam kegiatan proses kerja industri misalnya pada pipa penyalur cairan gas, outlet pipa, gas buang, dan lain-lain.

2) Bising Rumah Tangga

Bising disebabkan oleh rumah tangga dan tidak terlalu tinggi tingkat kebisingannya, misalnya pada saat proses masak di dapur.

3) Bising Spesifik

Bising yang disebabkan oleh kegiatan-kegiatan khusus, misalnya pemasangan tiang pancang tol atau bangunan.

Menurut Wisnu dalam Subaris dan Haryono (2008) sumber bunyi dilihat dari sifatnya dibagi menjadi dua, yaitu:

- 1) Sumber kebisingan statis seperti pabrik, mesin, *tape* dan lain-lain.
- 2) Sumber kebisingan dinamis seperti mobil, pesawat terbang, kapal laut dan lainnya

2.3 Jenis-Jenis Kebisingan

Berdasarkan sifat dan spektrum frekuensi bunyi, bising dibagi atas:

- 1) Kebisingan menetap berkelanjutan tanpa putus-putus dengan spektrum frekuensi yang lebar (*steady state, wide band noise*), misalnya bising mesin, kipas angin, dapur pijar dan lain-lain.
- 2) Kebisingan menetap berkelanjutan dengan spektrum frekuensi tipis (*steady state, narrow band noise*), misalnya bising gergaji sirkuler, katup gas dan lain-lain.
- 3) Kebisingan terputus-putus (*intermittent noise*), misalnya bising lalu-lintas suara kapal terbang di bandara.
- 4) Kebisingan impulsif (*impact or impulsive noise*), seperti bising pukulan palu, tembakan bedil atau meriam dan ledakan.
- 5) Kebisingan impulsif berulang, misalnya bising mesin tempa di perusahaan atau tempaan tiang pancang bangunan.

Menurut Tambunan (2005) klasifikasi kebisingan di tempat kerja dibagi dalam dua jenis golongan besar, yaitu:

- 1) Kebisingan tetap (*steady noise*), yang terbagi menjadi dua yaitu :
 - Kebisingan dengan frekuensi terputus (*discrete*

frequency noise),

- *Broad band noise*, kebisingan yang terjadi pada frekuensi terputus yang lebih bervariasi.
- 2) Kebisingan tidak tetap (*unsteady noise*), yang terbagi menjadi tiga yaitu:
- Kebisingan fluktuatif (*fluctuating noise*), kebisingan yang selalu berubah-ubah selama rentang waktu tertentu.
 - *Intermittent noise*, kebisingan yang terputus-putus dan biasanya dapat berubah-ubah, contoh kebisingan lalu lintas.
 - *Impulsive noise*, dihasilkan oleh suara-suara berintensitas tinggi (memekakkan telinga) dalam waktu relatif singkat, misalnya suara ledakan senjata api.

2.4 Tingkat Kebisingan

Terdapat dua karakteristik utama yang menentukan kualitas suatu bunyi atau suara, yaitu frekuensi dan intensitasnya. Frekuensi dinyatakan dalam jumlah getaran per detik dengan satuan Hertz (Hz), yaitu jumlah gelombang bunyi yang sampai di telinga setiap detiknya. Sesuatu benda jika bergetar menghasilkan bunyi atau suara dengan frekuensi tertentu yang merupakan ciri khas dari benda tersebut. Biasanya suatu kebisingan terdiri atas campuran sejumlah gelombang sederhana dari aneka frekuensi. Nada suatu kebisingan ditentukan oleh frekuensi getaran (Suma'mur, 2009).

Intensitas atau arus energi per satuan luas biasanya dinyatakan dalam suatu satuan logaritmik yang disebut desibel (dB) dengan membandingkannya dengan kekuatan standar 0,0002 dyne (dyne) /cm² yaitu kekuatan bunyi dengan frekuensi 1000 Hz yang tepat didengar oleh telinga normal (Suma'mur, 2009).

Karena ada kisaran sensitivitas, telinga dapat mentoleransi bunyi-bunyi yang lebih keras pada frekuensi yang lebih rendah dibanding pada frekuensi tinggi. Kisaran kurva-kurva pita oktaf dikenal sebagai kurva tingkat kebisingan (NR = noise

rating) pernah dibuat untuk menyatakan analisis pita oktaf yang dianjurkan pada berbagai situasi. Kurva bising yang diukur yang terletak dekat di atas pita analisis menyatakan NR kebisingan tersebut (Harrington dan Gill, 2005).

Menurut SK Dirjen P2M dan Penyehatan Lingkungan Pemukiman Departemen Kesehatan RI Nomor 70-1/PD.03.04.Lp, (Petunjuk Pelaksanaan Pengawasan Kebisingan yang Berhubungan dengan Kesehatan Tahun 1992, 1994/1995), tingkat kebisingan diuraikan sebagai berikut :

- 1) Tingkat kebisingan sinambung setara (*Equivalent Continuous Noise Level=Leq*) adalah tingkat kebisingan terus menerus (*steady noise*) dalam ukuran dB (A), berisi energi yang sama dengan energi kebisingan terputus-putus dalam satu periode atau interval waktu pengukuran.
- 2) Tingkat kebisingan yang dianjurkan dan maksimum yang diperbolehkan adalah rata-rata nilai modus dari tingkat kebisingan pada siang, petang dan malam hari.

Tingkat ambien kebisingan (*background noise level*) atau tingkat latar belakang kebisingan adalah rata-rata tingkat suara minimum dalam keadaan tanpa gangguan kebisingan pada tempat dan saat pengukuran dilakukan. Nilai dari distribusi statistiknya adalah 95% atau L-95. Secara garis besar strategi pengendalian bising dibagi menjadi tiga elemen yaitu pengendalian terhadap sumber bising, pengendalian terhadap jalur bising dan pengendalian terhadap penerima bising (Papacostas, 1993). Tingkat kebisingan lalu lintas di suatu lokasi merupakan fungsi dari volume lalu lintas, kecepatan kendaraan, lebar jalan dan adanya benda yang dapat memantulkan atau meredam bunyi di kiri kanan jalan (Purnomowati, 1997). Namun, beberapa penelitian menyatakan bahwa kecepatan kendaraan kecil pengaruhnya sehingga tingkat kebisingan sangat dipengaruhi oleh volume lalu lintas saja (Rao, 1988). Dengan demikian, jumlah kendaraan yang melintas merupakan faktor utama yang mempengaruhi kebisingan yang terjadi.

2.5 Pengukuran Kebisingan

Menurut Suma'mur (2009) maksud pengukuran kebisingan adalah :

- 1) Memperoleh data tentang frekuensi dan intensitas kebisingan di perusahaan atau di mana saja.
- 2) Menggunakan data hasil pengukuran kebisingan untuk mengurangi intensitas kebisingan tersebut, sehingga tidak menimbulkan gangguan dalam rangka upaya konservasi pendengaran tenaga kerja, atau perlindungan masyarakat atau tujuan lainnya.

Alat utama dalam pengukuran kebisingan adalah Sound Level Meter. Alat ini mengukur kebisingan pada intensitas 30-130 dB dan dari frekuensi 20-20.000 Hz. Suatu sistem kalibrasi terdapat dalam alat itu sendiri, kecuali untuk kalibrasi mikrofon diperlukan pengecekan dengan kalibrasi tersendiri. Sebagai alat kalibrasi dapat dipakai pengeras suara yang kekuatan suaranya dapat diatur oleh amplifier atau suatu pistonphone dibuat untuk maksud kalibrasi tersebut, yang tergantung dari tekanan udara, sehingga perlu koreksi berdasarkan atas perbedaan tekanan barometer. Kalibrator dengan intensitas tinggi (125 dB) lebih disukai, oleh karena alat pengukur intensitas kebisingan demikian mungkin dipakai untuk mengukur kebisingan yang intensitasnya tinggi.

Sebagaimana telah dinyatakan untuk mengukur intensitas dan menentukan frekuensi kebisingan diperlukan peralatan khusus yang berbeda bagi jenis kebisingan dimaksud. Jika tujuan dari pengukuran kebisingan hanya untuk mengendalikan kebisingan, seperti misalnya untuk melakukan isolasi mesin atau pemasangan perlengkapan dinding yang mengabsorpsi suara atau pemilihan alat pelindung telinga, pengukuran tidak perlu selengkap sebagaimana dimaksudkan dalam rangka lokalisasi secara tepat sumber kebisingan pada suatu mesin dengan tujuan memodifikasi mesin tersebut, melalui pembuatan desain yang dipakai dasar konstruksi bentuk mesin dengan tingkat kebisingan (Suma'mur, 2009).

Faktor lainnya yang menentukan pemilihan alat pengukur kebisingan adalah tersedianya tenaga pelaksana untuk melakukan pengukuran terhadap kebisingan dan juga waktu yang dialokasikan untuk hal tersebut. Sebagaimana sering dialami kenyataan bahwa lebih disenangi pengumpulan data tentang kebisingan secara merekamnya (recording) yang kemudian data rekaman dibawa ke laboratorium untuk dilakukan analisis (Suma'mur, 2009).

Menurut KEPMEN LH no 48 tahun 1996, pengukuran tingkat kebisingan dapat dilakukan dengan dua cara :

1. Cara Sederhana Dengan sebuah sound level meter biasa diukur tingkat tekanan bunyi dB (A) selama 10 (sepuluh) menit untuk tiap pengukuran. Pembacaan dilakukan setiap 5 (lima) detik.
2. Cara Langsung Dengan sebuah integrating sound level meter yang mempunyai fasilitas pengukuran LTM5, yaitu Leq dengan waktu ukur setiap 5 detik, dilakukan pengukuran selama 10 (sepuluh) menit.

Waktu pengukuran dilakukan selama aktifitas 24 jam (LSM) dengan cara pada siang hari tingkat aktifitas yang paling tinggi selama 16 jam (LS) pada selang waktu 06.00 – 22.00 dan aktifitas malam hari selama 8 jam (LM) pada selang waktu 22.00 – 06.00. Setiap pengukuran harus dapat mewakili selang waktu tertentu dengan menetapkan paling sedikit 4 waktu pengukuran pada siang hari dan pada malam hari paling sedikit 3 waktu pengukuran, sebagai contoh :

- L1 diambil pada interval pukul 06.00 – 10.00
- L2 diambil pada interval pukul 10.00 – 14.00
- L3 diambil pada interval pukul 14.00 – 18.00
- L4 diambil pada interval pukul 18.00 – 22.00
- L5 diambil pada interval pukul 22.00 – 24.00
- L6 diambil pada interval pukul 24.00 – 03.00
- L7 diambil pada interval pukul 03.00 – 06.00

Keterangan :

- Leq = Equivalent Continuous Noise Level atau Tingkat Kebisingan Sinambung Setara ialah nilai tingkat kebisingan dari kebisingan yang berubah ubah (fluktuatif) selama waktu tertentu, yang setara dengan tingkat kebisingan dari kebisingan ajeg (steady) pada selang waktu yang sama. Satuannya adalah dB (A).
- $LTM5$ = Leq dengan waktu sampling tiap 5 detik
- LS = Leq selama siang hari
- LM = Leq selama malam hari
- LSM = Leq selama siang dan malam hari

LS dihitung sebagai berikut :

$$L_s = 10 \log [1/T \sum_{i=1}^4 10^{0,1L_i} t_i] \dots (1)$$

LM dihitung sebagai berikut :

$$L_m = 10 \log [1/T \sum_{i=1}^3 10^{0,1L_i} t_i] \dots (2)$$

Untuk mengetahui apakah kebisingan sudah melampaui tingkat kebisingan maka perlu dicari nilai LSM dari pengukuran lapangan. LSM dihitung dengan rumus :

$$L_{sm} = 10 \log [\frac{1}{24} (10^{0,1L_s} \cdot 16 + 10^{0,1L_m+5} \cdot 8)] \dots (3)$$

2.6 Nilai Ambang Batas (NAB) Intensitas Kebisingan

Nilai Ambang Batas (NAB) kebisingan sebagai faktor bahaya di tempat kerja adalah standar faktor tempat kerja yang dapat diterima tenaga kerja tanpa mengakibatkan penyakit atau gangguan kesehatan dalam pekerjaan sehari-hari untuk waktu tidak melebihi 8 (delapan) jam sehari dan 5 (lima) hari kerja seminggu atau 40 jam seminggu. (KEPMENAKER No. Kep.51/MEN/1999).

Nilai Ambang Batas kebisingan adalah intensitas suara tertinggi yang merupakan nilai rata-rata yang masih dapat diterima tenaga kerja tanpa mengakibatkan hilangnya daya dengar yang menetap untuk waktu kerja 8 jam sehari dan 40 jam seminggu.

Sesuai dengan Keputusan Menteri Tenaga kerja No. Kep.51/MEN/1999, tanggal 16 april 1999 tentang nilai ambang batas kebisingan ditempat kerja adalah 85 dB (A), dan merupakan standar dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 16-7063-2004 Nilai Ambang Batas iklim kerja (panas), kebisingan, getaran tangan-lengan dan radiasi sinar ultra ungu di tempat kerja. SNI dimaksud juga memberikan informasi tentang pengendalian kebisingan yang dilakukan sehubungan dengan tingkat paparan sebagaimana substansinya dimuat pada Tabel 1 yang mengatur lamanya waktu paparan terhadap tingkat intensitas (Suma'mur, 2009).

Untuk menjadikan 85 dB (A) sebagai ketentuan NAB dalam peraturan perundang-undangan dan kemudian standar dalam SNI diperlukan waktu lebih dari 30 tahun. Perhatian dan keinginan untuk memiliki standar nasional NAB kebisingan telah ada sejak pertengahan tahun 1970an. Semula ada tiga pendapat tentang nilai yang merupakan alternatif untuk dipilih yaitu 80, 85 dan 90 dB (A). Ketiga pilihan ini tidak saja menjadi persoalan di Indonesia, melainkan juga pada negara-negara lain yang sulit untuk mendapat kesepakatan tentang pilihan yang paling dapat diterima. Pendapat yang berbeda tercermin pula dari kriteria resiko kerusakan pendengaran yang menampilkan 3 (tiga) alternative sebagaimana dimaksud yang mencakup frekuensi kebisingan dari 240-4.000 Hz. Mengingat bahwa 85 dB (A) adalah intensitas yang sepadandengan frekuensi 500-2.000 Hz yaitu daerah pendengaran untukpembicaraan maka sangat bijak untuk menetapkan 85 dB (A) sebagai NAB kebisingan. Menurut Lampiran KEPMEN LH no 48 tahun 1996, baku mutu tingkat kebisingan seperti dicantumkan dalam Tabel 2.1 berikut:

Tabel 2.1 Baku Tingkat Kebisingan

PERUNTUKAN KAWASAN/LINGKUNGAN KEGIATAN	TINGKAT KEBISINGAN dB (A)
A. PERUNTUKAN KAWASAN	
1. PERUMAHAN DAN PEMUKIMAN	55
2. PERDAGANGAN DAN JASA	70
3. PERKANTORAN DAN PERDAGANGAN	65
4. RUANG TERBUKA HIJAU	50
5. INDUSTRI	70
6. PEMERINTAHAN DAN FASILITAS UMUM	60
7. REKREASI	70
8. KHUSUS	
> BANDAR UDARA*	
> STASIUN KERETA API*	
> PELABUHAN LAUT	70
> CAGAR BUDAYA	60
B. LINGKUNGAN KEGIATAN	
1. RUMAH SAKIT ATAU SEJENISNYA	55
2. SEKOLAH DAN SEJENISNYA	55
3. TEMPAT IBADAH DAN SEJENISNYA	55

KETERANGAN

*) DISESUAIKAN DENGAN MENTERI PERHUBUNGAN

Sumber : Lampiran PERMEN LH No. 48/ 1996

2.7 Teknologi Peredam Kebisingan

Pengendalian atau pengurangan kebisingan dapat dilakukan terhadap salah satu diantara sumber kebisingan, media pengantar (berbentuk materi atau udara), dan manusia yang terkena dampak, atau pada ketiga hal tersebut.

Peredam bising atau yang biasa disebut dengan noise barrier adalah struktur eksterior yang dirancang untuk meredam polusi suara (bising). Noise barrier dapat dibagi menjadi 2 jenis yaitu

noise barrier alami dan noise barrier buatan. Pemilihan jenis dan bahan barrier harus memperhatikan berbagai hal, diantaranya lokasi, ukuran kenyamanan, keselamatan, kekuatan dan lain-lain (Nugroho, 2005).

Selain itu teknis dari pengurangan kebisingan juga bisa dilakukan dengan beberapa cara yaitu :

1. Pengurangan kebisingan pada sumbernya dapat dilakukan dengan memodifikasi mesin atau menempatkan peredam pada sumber getaran.
2. Pengurangan kebisingan pada sumbernya dapat dilakukan dengan memodifikasi mesin atau menempatkan peredam pada sumber getaran. Pemberian penghalang atau rintangan (pagar) yang tak terputus, padat dan tak berlubang antara sumber bising dan penerima akan mereduksi bising tergantung pada sudut bayangan bising dan tinggi efektif penghalang diatas garis yang menghubungkan sumber bising dengan penerima. Reduksi bising akan bertambah dengan bertambahnya sudut bayang-bayang bising dan tinggi penghalang. Penghalang yang rendah sepanjang jalur lalu lintas hanya akan mengadakan reduksi bising yang dapat diabaikan di daerah di belakang penghalang. Supaya penghalang efektif secara akustik, maka harus dekat dengan sumber bising.
3. Penggunaan unsur vegetasi sebagai penghalang bising lingkungan. Semak-semak dan deretan pohon-pohon pada dasarnya tidak mengurangi bising pada frekwensi rendah dan mereduksi frekuensi-frekuensi tinggi hanya sekitar 1 sampai 2 dB.

2.8 Pemetaan dengan Software Surfer

Perangkat lunak surfer adalah suatu program permodelan untuk pembuatan kontur. Untuk membuat kontur diperlukan input data dan input grid. Input data adalah data yang akan diproses untuk dibuat kontur, sedangkan input grid adalah koordinat titik

yang akan dibuat kontur berupa sumbu X dan sumbu Y serta sumbu Z sebagai data yang akan diproses. Dalam pembuatan kontur, diperlukan pemilihan metode grid. Sumbu X dan Y merupakan koordinat lokasi sampling sedangkan sumbu Z adalah nilai LSM (Heru, 2011)

Dalam pembuatan kontur, software Surfer mampu mengolah data koordinat yang diperoleh dari Ms Excel yang saling bekerjasama mengolah data agar menjadi peta kontur yang sesuai dengan koordinat x, y dan z yang diketahui. Fungsi lain dari Software Surfer, juga dapat menghasilkan tampilan 3D dari data koordinat yang telah dimasukkan sebelumnya. Di dalam fungsi 3D tersebut, juga ada untuk mengedit tampilan 3D yang sesuai keinginan pengguna, misalnya daerah yang lebih tinggi warnanya diedit menjadi hijau tua, atau daerah paling rendah warnanya diedit menjadi cokelat kehitaman. Hal ini tentunya sangat berguna untuk pemodelan data 3D yang sesuai dengan bidang Geodesi dan rekayasa lainnya. Misalnya, untuk bidang pertambangan, pemodelan 3D digunakan sebagai hasil survey lapangan yang sangat berguna untuk mengetahui model atau bentuk rupa tambang yang akan dieksplorasi. (Muzzayana, 2014)

2.9 Sound Level Meter dan Global Positioning System (GPS)

Sound level meter merupakan sebuah alat ukur yang digunakan untuk mengukur kebisingan. Adapun suara atau kebisingan yang diukur biasanya adalah suara yang tidak dikehendaki atau suara-suara yang berpotensi dapat menyebabkan rasa sakit pada telinga. fungsi sound level meter adalah untuk mengukur kebisingan antara 30-130 dB dalam satuan dBA dari frekuensi antara 20-20.000Hz dengan tingkat ketelitian pengukuran berkisar dari 26dB (A). Seperti halnya alat ukur lainnya, dalam penggunaan sound level meter juga ada beberapa hal penting yang harus diperhatikan agar diperoleh hasil pengukuran yang akurat:

1. Pertama-tama aktifkan alat ukur sound level meter yang akan digunakan untuk mengukur

2. Pilih selektor pada posisi fast untuk jenis kebisingan continue atau berkelanjutan atau selektor pada posisi slow untuk jenis kebisingan impulsive atau yang terputus-putus
3. Pilih selektor range intensitas kebisingan
4. Kemudian, tentukan area yang akan diukur
5. Setiap area pengukuran dilakukan pengamatan selama 1-2 menit dengan kurang lebih 6 kali pembacaan
6. Hasil pengukuran berupa angka yang ditunjukkan pada monitor
7. Tulis hasil pengukuran dan hitung rata-rata kebisingannya, maka akan diketahui hasil pengukuran dari kebisingan tersebut.

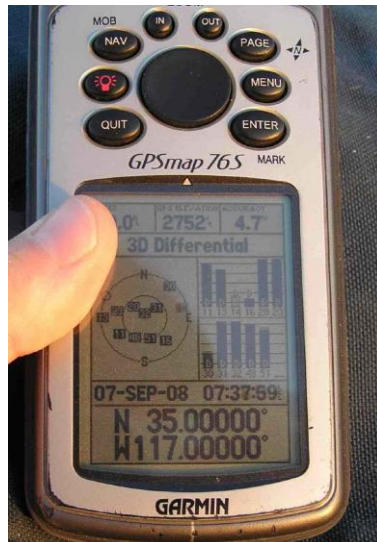


Gambar 2.1 Sound Level Meter

Global Positioning System (GPS) adalah sistem navigasi berbasis satelit yang terdiri dari 24 jaringan satelit yang ditempatkan di orbit. GPS pada awalnya ditujukan untuk aplikasi militer, tetapi pada 1980-an pemerintah membuat sistem yang tersedia untuk penggunaan sipil. GPS bekerja dalam kondisi cuaca apapun, di manapun 24 jam sehari. Di setiap daerah yang ada di bumi ini akan dijangkau oleh 3-4 satelit. Akan tetapi, satelit dapat bekerja dengan maksimal tergantung terhadap kondisi langit yang cerah dan juga tidak adanya halangan sehingga akurasi juga akan semakin tinggi. Satelit GPS berputar mengelilingi bumi selama 12 jam di dalam orbit dan mengirimkan sinyal informasi yang akurat ke bumi. GPS receiver mengambil informasi itu dengan menggunakan perhitungan "triangulation" menghitung lokasi user

dengan tepat. GPS receiver membandingkan waktu sinyal di kirim dengan waktu sinyal tersebut di terima.

Dari informasi itu didapat diketahui berapa jarak satelit. Dengan perhitungan jarak, GPS receiver dapat melakukan perhitungan dan menentukan posisi user dan menampilkan dalam maps. Sebuah GPS receiver harus mengunci sinyal minimal tiga satelit untuk menghitung posisi 2D (latitude dan longitude) dari pergerakan user (tracking). Jika GPS receiver dapat menerima empat atau lebih satelit, maka hal itu dapat menghitung posisi 3D (latitude, longitude dan altitude). Jika sudah dapat menentukan posisi user, selanjutnya GPS dapat menghitung informasi lain, seperti kecepatan, arah yang dituju, jalur, tujuan perjalanan, jarak tujuan, matahari terbit dan matahari terbenam dan masih banyak lagi. akurat sangat menentukan akurasi perhitungan untuk menentukan informasi lokasi kita.



Gambar 2.2 Global Positioning System

BAB III

GAMBARAN UMUM WILAYAH PENELITIAN

3.1 Lokasi Geografis Wilayah Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di RSUD Dr. Soetomo Surabaya terutama di area yang berbatasan langsung dengan dalam raya di sekitarnya. Jalan raya tersebut yaitu :

Utara : Jalan Prof. Dr. Moestopo
Selatan : Jalan Airlangga
Timur : Jalan Karang Menjangan
Barat : Jalan Dharmawangsa

RSUD Dr. Soetomo yang berlokasi di Jl. Mayjend Prof Dr. Moestopo No 6-8 ini merupakan rumah sakit tipe A dan memiliki status sebagai Rumah Sakit Umum Daerah Provinsi Jawa Timur menurut Perda Provinsi Jawa Timur No 11 Tahun 2008 tentang organisasi dan tata kerja rumah sakit di Jawa Timur. Saat ini RSUD Dr. Soetomo memiliki luas area sekitar 163.000 m³

3.2 Kondisi Fisik Wilayah Penelitian

3.2.1 Topografi

Lokasi pengambilan sampel ini memiliki kontur tanah yang relatif datar, jalan di sekitar rumah sakit yang bermaterial aspal dengan kondisi aspal yang relatif baik dan kurang baik di beberapa titik.

3.2.2 Klimatologi

Menurut Surabaya dalam angka 2016, data klimatologi kota Surabaya yang diperoleh dari 3 stasiun meteorologi dan geofisika yaitu Stasiun Perak I, Stasiun Perak II dan Stasiun Juanda curah hujan maksimum Kota Surabaya adalah 505 mm yang terjadi pada bulan Januari dan curah hujan minimum adalah 0 mm yang terjadi pada bulan September. Suhu Kota Surabaya berkisar antara 22,4 °C hingga 33,6 °C. Kecepatan angin rata-rata 23 knot dengan mayoritas berarah ke timur.

3.3 Karakteristik Fasilitas Sekitar Rumah Sakit

Sektor yang dominan di sekitar area rumah sakit yaitu pemukiman adalah sektor permukiman, perdagangan dan jasa serta pendidikan.

- **Permukiman**
Mayoritas bangunan permukiman di sepanjang wilayah studi adalah bangunan perumahan yang dapat dikategorikan baik. Namun ada beberapa titik yang memiliki kepadatan yang tinggi seperti di sebelah barat dan timur rumah sakit.
- **Fasilitas Pendidikan**
Terdapat 2 fasilitas pendidikan di sekitar wilayah studi yaitu Perguruan Tinggi Universitas Airlangga Kampus A di sebelah Utara rumah sakit dan Perguruan Tinggi Universitas Airlangga kampus B di sebelah Selatan rumah sakit. Kondisi fasilitas pendidikan sangat baik namun pada siang dan sore hari kondisinya sangat padat karena aktivitas pendidikan.
- **Perdagangan dan Jasa**
Terdapat beberapa titik perdagangan dan jasa di sepanjang wilayah studi ini seperti keberadaan kompleks pertokoan, perdagangan kuliner, penyedia jasa yang memiliki bangunan tetap dan pedagang kaki lima. Akibat tingginya angka pedagang kaki lima dan penyedia jasa transportasi becak yang beroperasi di trotoar jalan maupun pinggir jalan maka mengakibatkan tingginya aktivitas kendaraan yang melalui ruas jalan di wilayah studi ini.

3.4 Gambaran Transportasi Pada Wilayah Penelitian

Jalan raya disekitar rumah sakit merupakan jalan utama karena menghubungkan ke banyak fasilitas umum di sekitar rumah sakit. Bahkan salah satunya yaitu Jalan Prof. Dr. Moestopo merupakan jalan arteri primer yaitu jalan arteri yang menghubungkan antar pusat kegiatan nasional atau pusat kota Surabaya atau antar pusat kegiatan nasional dengan pusat kegiatan wilayah. Yang dimaksud jalan arteri adalah jalan umum yang berfungsi melayani angkutan utama dengan ciri perjalanan jarak jauh, kecepatan rata-rata tinggi, dan jumlah jalan masuk dibatasi secara berdaya guna. Jalan Prof Dr. Moestopo ini dilalui oleh rata- rata 7.000-9.000 kendaraan per jamnya. Kendaraan

yang melalui jalan ini didominasi oleh mobil pribadi dan sepeda motor.

Pengguna jalan mayoritas adalah sepeda motor dan mobil dengan bahan bakar bensin dan mobil dengan bahan bakar solar maupun kendaraan kelas berat. Di area trotoar juga terdapat beberapa kegiatan masyarakat yaitu jual beli oleh pedagang kaki lima dan jasa oleh tukang becak.

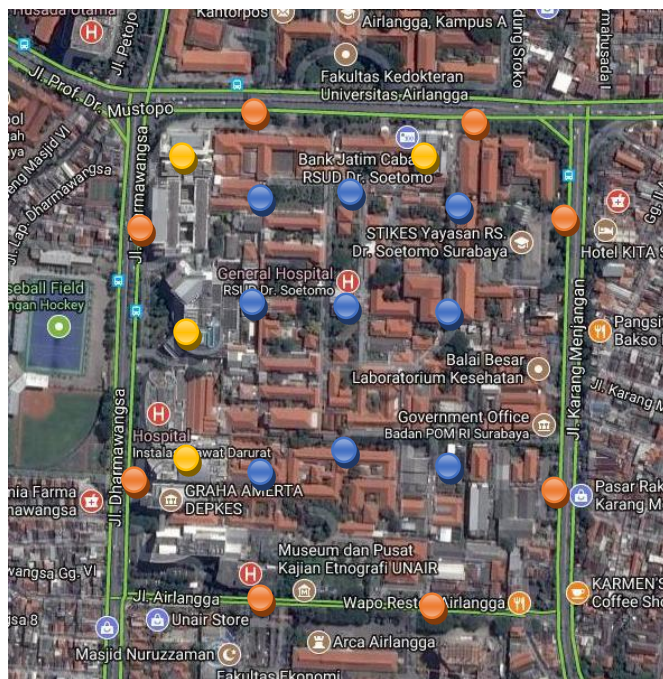
3.5 Kondisi Titik Pengambilan sampel Tingkat Kebisingan

Berikut akan dijelaskan mengenai letak dan kondisi titik pengambilan sampel tingkat kebisingan :

1. Titik 1
Lokasi : Jalan Airlangga
Koordinat : 7°16'14,6" LS ; 112°45'28,67" BT
2. Titik 2
Lokasi : Jalan Airlangga
Koordinat : 7°16'14,7" LS ; 112°45'34,72" BT
3. Titik 3
Lokasi : Jalan Darmawangsa
Koordinat : 7°16'02,5" LS ; 112°45'24,37" BT
4. Titik 4
Lokasi : Jalan Darmawangsa
Koordinat : 7°16'09,7" LS ; 112°45'23,09" BT
5. Titik 5
Lokasi : Jalan Karang Menjangan
Koordinat : 7°16'08" LS ; 112°45'38,64" BT
6. Titik 6
Lokasi : Jalan Karang Menjangan
Koordinat : 7°16'00,2" LS ; 112°45'38,56" BT
7. Titik 7
Lokasi : Jalan Prof. Dr. Moestopo
Koordinat : 7°15'57,8" LS ; 112°45'34,71" BT
8. Titik 8
Lokasi : Jalan Prof. Dr. Moestopo
Koordinat : 7°15'57,7" LS ; 112°45'28,81" BT
9. Titik 9
Lokasi : Selasar Kantor Irna Medik
Koordinat : 7°15'59,5" LS ; 112°45'28,19" BT
10. Titik 10

- | | | |
|--------------|-----------|---|
| | Lokasi | : Selasar Perawatan Jantung |
| | Koordinat | : 7°16'04,5" LS ; 112°45'28,37" BT |
| 11. Titik 11 | Lokasi | : Selasar Perawatan Irna Bedah |
| | Koordinat | : 7°16'09,5" LS ; 112°45'28,44" BT |
| 12. Titik 12 | Lokasi | : Selasar Taman B (Utara) |
| | Koordinat | : 7°15'59,5" LS ; 112°45'31,40" BT |
| 13. Titik 13 | Lokasi | : Selasar Lab. Penyakit Dalam |
| | Koordinat | : 7°16'03,4" LS ; 112°45'31,46" BT |
| 14. Titik 14 | Lokasi | : Selasar Lapangan Parkir Irna Bedah |
| | Koordinat | : 7°16'08,4" LS ; 112°45'31,78" BT |
| 15. Titik 15 | Lokasi | : Selasar Kantor Irna Anak |
| | Koordinat | : 7°15'59,9" LS ; 112°45'35,61" BT |
| 16. Titik 16 | Lokasi | : Selasar Unit Lab Farmasi |
| | Koordinat | : 7°16'04,9" LS ; 112°45'34,34" BT |
| 17. Titik 17 | Lokasi | : Simpang Masjid dan Instalasi |
| | Koordinat | : 7°16'08,9" LS ; 112°45'35,61" BT |
| 18. Titik 18 | Lokasi | : Lantai 2 Instalasi Rehabilitasi Medik |
| | Koordinat | : 7°15'58,9" LS ; 112°45'25,34" BT |
| 19. Titik 19 | Lokasi | : Lantai 2 Pusat Diagnostik |
| | Koordinat | : 7°16'04,4" LS ; 112°45'25,52" BT |
| 20. Titik 20 | Lokasi | : Lantai 2 Gedung Sebelah Graha Amerta |
| | Koordinat | : 7°16'48,9" LS ; 112°45'25,61" BT |
| 21. Titik 21 | Lokasi | : Lantai 2 Gedung Parkir Utara |
| | Koordinat | : 7°15'58,2" LS ; 112°45'34,72" BT |

Gambar lokasi pengambilan sampel selengkapnya dapat dilihat pada **LAMPIRAN B**



- Titik Sampling Utama
- Titik Sampling Tambahan
- Titik Sampling Tambahan (Lantai 2)

Gambar 3.2 Peta Kawasan Penelitian dan lokasi titik sampling

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB IV

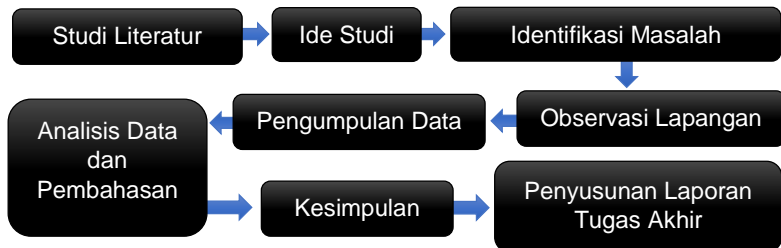
METODE PENELITIAN

4.1 Kerangka Kerja

Dengan mengacu pada Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI No. 48 tahun 1996 tentang baku tingkat kebisingan dan Peraturan Daerah Kota Surabaya No 12 tahun 2014 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya tahun 2014-2034 maka perlu diperhatikan mengenai kondisi kenyamanan lingkungan wilayah rumah sakit terkait gangguan dari peningkatan intensitas kebisingan akibat aktivitas yang berlangsung di wilayah studi. Dengan ini dibutuhkan sebuah visualisasi yang dapat mendeskripsikan kondisi eksisting kebisingan dan pola persebaran kebisingan di wilayah studi serta dikorelasikan dengan kenyamanan pengguna fasilitas area rumah sakit.

Penelitian kebisingan ini menggunakan teknik pengumpulan data secara primer yaitu dengan cara pengukuran pada 8 titik sampel utama di sepanjang Jalan Raya Karang Menjangan, Jalan Raya Dr, Moestopo, Jalan Raya Airlangga dan Jalan Raya Dharmawangsa dan 13 titik sampel tambahan yang berada didalam area rumah sakit. Pengambilan data primer penelitian menggunakan metode pengambilan sampel kebisingan menggunakan alat *Sound level meter* (SLM) untuk mengukur kebisingannya, stopwatch sebagai pencatat waktu, dan *Global Positioning System* (GPS) sebagai penentu titik koordinat lokasi pengambilan sampel. Selain itu juga dicari data kepadatan rata-rata kendaraan yang melalui Jalan Raya Karang Menjangan, Jalan Raya Dr, Moestopo, Jalan Raya Airlangga dan Jalan Raya Dharmawangsa, dan peta Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya.

Secara umum tahapan penelitian dapat dijelaskan dengan diagram alir berikut:



Gambar 4.1 Diagram Alir Kerangka Kerja

4.1.1 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan diawal hingga tahap analisis data. Studi literatur diawal berfungsi untuk memunculkan ide atau topik yang akan dibahas, sedangkan studi literatur selanjutnya berfungsi untuk menemukan landasan teori yang digunakan sebagai acuan untuk melaksanakan dan membahas topik yang telah didapatkan. Literatur yang didapat berasal dari buku, jurnal dan peraturan yang relevan mengenai kebisingan. Literatur yang diperlukan yaitu tentang bunyi dan kebisingan, cara mengukur dan cara menanggulangi kebisingan.

4.1.2 Ide Studi

Ide studi didapatkan karena pengamatan akan padatnya lalu lintas di sekitar fasilitas kesehatan kota Surabaya yaitu RSUD Dr. Soetomo. Ide studi kemudian dikembangkan menjadi analisis kebisingan disekitar area RSUD Dr. Soetomo karena akibat dari padatnya lalu lintas disekitarnya dengan mengacu pada PERMEN LH no.48 tahun 1996 tentang baku mutu kebisingan di fasilitas kesehatan kota. Ide studi juga didapatkan dari literatur berupa penelitian analisa kebisingan yang pernah dilakukan sebelumnya.

4.1.3 Identifikasi Masalah

Dari ide studi yang telah didapat kemudian dikembangkan dan diidentifikasi kembali masalah yang akan dibahas sehingga akan dapat memperjelas arah dan langkah dari penelitian yang akan dilaksanakan. Berdasarkan Identifikasi masalah, karena padatnya aktivitas manusia dan transportasi di sekitar rumah sakit

maka berpotensi menimbulkan kebisingan dan mengganggu kenyamanan pengguna fasilitas rumah sakit

4.1.4 Observasi Lapangan

Observasi lapangan yaitu melakukan pengamatan langsung di lokasi penelitian. Tujuan dilakukannya observasi lapangan yaitu mengamati kondisi eksisting di lokasi penelitian guna membuktikan masalah yang ada saat perumusan ide studi serta membantu dalam mengembangkan studi literatur. Observasi lapangan juga dilakukan untuk menentukan lokasi titik sampling dan mengetahui kondisi lingkungan kawasan studi secara holistik seperti padatnya lalu lintas yang disebabkan banyaknya kendaraan bermotor yang melintasi ruas jalan serta tingginya jumlah aktivitas warga di sekitar lokasi penelitian. Observasi dilakukan langsung ke wilayah studi dengan mengukur data awal pada jam sibuk dengan cara pengukuran standar. Data awal digunakan sebagai gambaran umum lokasi sekitar wilayah penelitian.

4.1.5 Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer yang diambil yaitu data kebisingan yang diukur langsung di lokasi titik pengambilan sampel yang telah ditentukan dan data kepadatan rata-rata kendaraan yang melalui jalan disekitar area RSUD. Sedangkan data sekunder yang dibutuhkan adalah peta Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya, peta atau denah lokasi, data-data peruntukan area, dan sebagainya. Pengukuran data primer dilakukan dengan standar metode sesuai dengan KEPMEN LH no 48 tahun 1996 tentang baku tingkat kebisingan.

Dalam pelaksanaan pengumpulan data ini dilakukan tahap-tahap sebagai berikut:

- **Rekrutmen Asisten**

Pengambilan data dalam penelitian ini membutuhkan 20 orang asisten, mengingat banyaknya dan terbatasnya waktu pengambilan data kebisingan. Sebelumnya akan dilakukan pelatihan dan pengarahan kepada seluruh asisten terkait hal teknis yang harus dilakukan dan perlu diperhatikan dalam

pengambilan data. Syarat asisten haruslah paham dengan cara pengukuran berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 48 Tahun 1996. Serta memiliki waktu luang dalam pengambilan data selama sehari penuh.

- **Persiapan Alat**

Dalam pengambilan sampel data primer kebisingan, peralatan yang dibutuhkan antara lain:

- **Sound Level Meter**

Sound level meter adalah alat untuk mengukur level kebisingan. Sound level meter yang digunakan merupakan sound level indicator yaitu dengan aplikasi sound meter version 1.6.10 dari perusahaan pengembang smart tools co yang dapat diunduh di google playstore yang telah dikalibrasi terlebih dahulu dengan Sound level meter yang disediakan di Laboratorium Pencemaran Udara dan Perubahan Iklim, Jurusan Teknik Lingkungan FTSP ITS. Kalibrasi dilakukan dengan mengumpulkan semua alat sound level indicator dan sound level meter, lalu diuji dengan intensitas bunyi 45 dB hingga 85 dB. Standar deviasi dari sound level indicator yaitu 3 dB. Sound level indicator akan dieliminasi dan diganti dengan alat yang baru apabila melewati standar deviasi tersebut.

- **Global Position System (GPS)**

GPS digunakan untuk menentukan letak koordinat titik pengambilan sampel agar dapat di input ke dalam program Surfer. GPS yang digunakan adalah aplikasi Altimeter GPS version 5.45 dari perusahaan pengembang Andrea Piani yang dapat diunduh di google playstore.

- **Lembar Data Kebisingan**

Lembar data kebisingan adalah lembar yang akan diisi data kebisingan setiap 5 detik selama 10 menit yang dicatat oleh asisten. Lembar data bertujuan untuk mempermudah dalam perhitungan dan pengolahan data dan juga supaya data tertulis rapid an sistematis. Lembar data berisi tempat diambilnya data, tanggal serta data yang telah diukur (dalam satuan dB).

- **Pengambilan Data Primer**

Frekuensi pengambilan data kebisingan untuk titik sampel utama dan tambahan masing-masing akan dilakukan selama 7 hari dalam 2 minggu yaitu Senin, Rabu, Jumat, Minggu pada minggu I dan Selasa, Kamis, Sabtu pada minggu II. Pengambilan waktu dilakukan 2 minggu karena tidak memungkinkan untuk diambil dalam waktu satu minggu. Waktu 2 minggu juga dianggap bisa mewakili dalam waktu 1 minggu karena keadaan iklim, cuaca dan kondisi lain yang tidak berubah secara signifikan.

Pengukuran yang dilakukan mengikuti Standar metode pengukuran kebisingan disesuaikan dengan lampiran Keputusan Menteri Lingkungan Hidup RI no. 48 tahun 1996 tentang baku tingkat kebisingan. Pengukuran kebisingannya dilakukan dengan sound level meter dan diukur tingkat tekanan bunyi dB (A) selama 10 (sepuluh) menit untuk tiap pengukuran. Pembacaan dilakukan setiap 5 (lima) detik.

Periode Waktu pengukuran dilakukan selama aktifitas 24 jam (LSM) dengan cara pada siang hari tingkat aktifitas yang paling tinggi selama 16 jam (LS) pada selang waktu 06.00 – 22.00 dan aktifitas malam hari selama 8 jam (LM) pada selang 22.00 – 06.00. Setiap pengukuran harus dapat mewakili selang waktu tertentu dengan menetapkan paling sedikit 4 waktu pengukuran pada siang hari dan pada malam hari paling sedikit 3 waktu pengukuran. Berikut adalah interval pengambilan data primer kebisingan:

- L1 diambil pada interval pukul 06.00 – 10.00
- L2 diambil pada interval pukul 10.00 – 14.00
- L3 diambil pada interval pukul 14.00 – 18.00
- L4 diambil pada interval pukul 18.00 – 22.00
- L5 diambil pada interval pukul 22.00 – 24.00
- L6 diambil pada interval pukul 24.00 – 03.00
- L7 diambil pada interval pukul 03.00 – 06.00

Pengukuran dilakukan pada pukul 06.00 hingga pukul 24.00, dikarenakan faktor keamanan dan perijinan serta nilai

kebisingan pada pukul 24.00 hingga pukul 06.00 dianggap stabil dan tidak ada perubahan signifikan dibanding kebisingan yang dihasilkan pada pukul 22.00 hingga 24.00 (L5)

Dengan teknik pengambilan sampel selama 10 menit dan pencatatan setiap 5 detik sekali untuk setiap titik, maka akan didapatkan 120 data fluktuasi kebisingan yang didapat setiap sesi waktu pengukuran. Kemudian akan dibandingkan kondisi tingkat kebisingan untuk setiap titik sesuai dengan fungsi guna lahan masing-masing.

Pengambilan data dilakukan serentak oleh semua asisten pada waktu yang telah ditentukan. Koordinasi dilakukan dengan sebuah grup chat di social media line agar para asisten bisa melakukan sampling diwaktu yang bersamaan.

Selain itu juga akan dilakukan traffic counting terhadap di periode waktu dimana data kebisingan terendah dan tertinggi terjadi. Dari perhitungan yang dilakukan akan didapatkan jumlah rata-rata kendaraan yang melintas pada wilayah tersebut. Traffic count dilakukan di hari pertama saat melakukan pengukuran kebisingan dan dilakukan dengan menggunakan aplikasi di smartphone. Metodenya dilakukan selama 5 menit lalu dikalikan sebanyak waktu $L(n)$.

- **Pengumpulan Data Sekunder**

Data sekunder yang dibutuhkan untuk mendukung pelaksanaan penelitian antara lain peta Jalan raya disekitar RSUD Dr. Soetomo yang didapat dari google earth, Dokumen Kota Surabaya dalam angka 2016, dan Dokumen Pedoman Konstruksi dan Bangunan Departemen Pekerjaan Umum mengenai Mitigasi dampak kebisingan akibat lalu lintas jalan.

4.1.6 Analisis Data dan Pembahasan

- **Perhitungan Level Kebisingan Ekuivalen (L_{eq})**

Data primer dan sekunder yang didapat kemudian diolah dan dihitung. Data Primer kebisingan yang didapat harus diolah terlebih dahulu untuk dapat dipergunakan. Pengolahan data primer dilakukan untuk mendapatkan nilai L_{eq} Siang Malam (L_{SM}) di wilayah studi sehingga nantinya dapat dibuat peta

kebisingan wilayah studi. Langkah-langkah yang harus dilakukan untuk mendapatkan L_{SM} adalah sebagai berikut:

Data yang telah didapatkan di tiap titik pengambilan sampel pada masing-masing interval waktu pengambilan terdapat 120 data. Data tersebut akan dihitung dan dihasilkan 1 data yang mewakili kebisingan satu titik pengambilan sampel pada masing-masing interval yang disebut L_{TM5} dengan menggunakan rumus:

$$L_{TM5} = 10 \log [1/T \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i} t_i]$$

Dimana :

T = 600 (lamanya waktu pengambilan sampel yaitu 10 menit/ 600 s)

L_i = Level kebisingan hasil pembacaan

t_i = 5 (interval pembacaan yaitu setiap 5 detik)

Perhitungan L_{TM5} dilakukan pada seluruh data untuk masing-masing interval tiap titik yang kemudian dianggap mewakili menjadi nilai kebisingan L_1 sampai dengan L_5 untuk tiap titik pengambilan sampel. Kemudian dilanjutkan dengan perhitungan level kebisingan siang (L_S) dan malam (L_M) untuk mendapatkan Level Kebisingan Siang Malam (L_{SM}). Perhitungan menggunakan rumus:

$$L_S = 10 \log [1/T \sum_{i=1}^4 10^{0,1L_i} t_i]$$

Dimana :

T = 16 (lamanya waktu pengambilan sampel yaitu 16 jam)

L_i = Level kebisingan hasil perhitungan L_1, L_2, L_3, L_4)

t_i = 4 (interval pengambilan pengambilan sampel yaitu setiap 4 jam)

$$L_M = 10 \log [1/T \sum_{i=1}^3 10^{0,1L_i} t_i]$$

Dimana :

T = 8 (lamanya waktu pengambilan sampel yaitu 8 jam)

L_i = Level kebisingan hasil perhitungan L_5, L_6, L_7)

t_i = interval pengambilan pengambilan sampel, L_5, L_6 $t_i=3$ dan L_7 $t_i=2$)

Setelah didapatkan level kebisingan untuk siang dan malam, maka dapat dihitung level kebisingan siang malam (LSM):

$$L_{sm} = 10 \log \left[\frac{1}{24} (10^{0,1L_s} \cdot 16 + 10^{0,1L_m+5} \cdot 8) \right]$$

Perhitungan L_{SM} dilakukan pada seluruh data untuk masing-masing hari. Nilai L_{SM} yang dihitung dibandingkan dengan nilai baku tingkat kebisingan yang ditetapkan dengan toleransi + 3 dB (A)

- **Visualisasi Kondisi Tingkat Kebisingan**

Dari data yang telah didapat di titik sampel utama kemudian dihitung data untuk titik sampel tambahan. kemudian dapat diterangkan kondisi kebisingan dengan memetakan kebisingan menggunakan visualisasi berupa peta kontur kebisingan. Pada penelitian ini digunakan aplikasi surfer untuk memetakan kontur kebisingannya. Cara memetakan dengan menggunakan aplikasi Surfer akan dijelaskan pada subbab berikutnya. Kemudian tingkat persebaran kebisingan di titik-titik sampel tambahan juga akan dievaluasi dengan mengukur kebisingan di beberapa titik tambahan secara langsung. Titik tambahan ini diberi jarak 50 meter 100 meter dan 150 meter dari titik pengambilan sampel utama dengan arah menjauhi jalan raya. Data reduksi kebisingan karena jarak dapat dihitung dengan rumus:

$$LP_2 = LP_1 - 10 \log (r_2 / r_1)$$

Dimana:

LP_1 = Tingkat kebisingan pada jarak r_1 (dBA)

LP_2 = Tingkat kebisingan pada jarak r_2 (dBA)

r_1 = Jarak titik 1 dari sumber kebisingan

r_2 = Jarak titik 2 dari sumber kebisingan

Setelah dihitung seluruh titik, kemudian diplotkan ke aplikasi Surfer untuk visualisasi pemetaan kebisingannya sehingga mendapatkan kontur kebisingan pada kawasan studi dan juga dapat dibuat berbagai grafik yang dapat menjadi membandingkan berbagai kondisi yang dapat dibahas terkait

data kebisingan yang telah dihitung. Data kebisingan yang didapat juga dihitung reduksinya dengan perhitungan peletakan bangunan peredam bising (BPB) untuk mereduksi kebisingan dengan perhitungan atenuasi agar penempatan BPB dapat lebih presisi. Perhitungan peletakan BPB akan mencakup tinggi efektif BPB, jarak sumber bising ke BPB, jarak penerima ke BPB, dan panjang gelombangnya seperti rumus berikut:

$$N = \frac{2}{\lambda} + (x + y + z)$$

$$x = \sqrt{R^2 + (H_b - H_s)^2}$$

$$y = \sqrt{D^2 + (H_b - H_p)^2}$$

$$z = \sqrt{(R + D)^2 + (H_p - H_s)^2}$$

$$\lambda = c/f$$

Dimana:

- N= Bilangan Fresnel
- X= Jarak dari sumber bising ke BPB (m)
- Y= Jarak dari BPB ke penerima (m)
- Z= Jarak dari sumber bising ke penerima (m)
- R= Jarak sumber bising ke BPB di lapangan(m)
- D= Jarak penerima ke BPB di lapangan (m)
- Hb= Tinggi BPB (m)
- Hp= Tinggi penerima (m)
- Hs= Tinggi sumber bising (m)
- λ= Panjang gelombang (m)
- c= cepat rambat gelombang di udara c=340
- f= frekuensi (Hz) 1000 Hz

Selain dengan menggunakan perhitungan rumus bilangan Fresnel, perencanaan bangunan peredam bising juga

berpedoman pada Pedoman Konstruksi dan Bangunan Departemen Pekerjaan Umum (2005) tentang Mitigasi Dampak Kebisingan Akibat Lalu Lintas Jalan.

- **Komparasi Kondisi Tingkat Kebisingan**

Dalam pembahasan penelitian ini akan dibandingkan kondisi tingkat kebisingan dengan sebuah metode yaitu membandingkan kondisi tingkat kebisingan terhadap keberadaan aktivitas di kawasan penelitian.

Membandingkan kondisi tingkat kebisingan terhadap keberadaan aktivitas rumah sakit adalah dengan membandingkan kondisi kebisingan area sekitar rumah sakit disaat terdapat dan tidak terdapatnya aktivitas. Kebisingan siang hari digunakan sebagai kondisi dengan adanya aktivitas dan kebisingan malam hari digunakan sebagai kondisi dengan tidak adanya aktivitas di rumah sakit.

4.1.7 Kesimpulan

Penarikan kesimpulan dilakukan berdasarkan hasil observasi, pengumpulan, analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan. Dari data yang telah divisualisasikan menjadi peta kontur kebisingan.

4.1.8 Penyusunan Laporan Tugas Akhir

Penyusunan laporan Tugas akhir adalah tahap terakhir dari pelaksanaan penelitian.

BAB V

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis Data Tingkat Kebisingan

5.1.1 Perhitungan Level Kebisingan

Dari pengukuran tingkat kebisingan yang telah dilakukan, diambil data setiap harinya selama seminggu (senin-minggu) untuk seluruh titik utama pengambilan sampel yang berjumlah 16 titik dimana masing-masing titik diukur per harinya ke dalam 7 interval waktu yaitu:

- L₁ diambil pada interval pukul 06.00 – 10.00
- L₂ diambil pada interval pukul 10.00 – 14.00
- L₃ diambil pada interval pukul 14.00 – 18.00
- L₄ diambil pada interval pukul 18.00 – 22.00
- L₅ diambil pada interval pukul 22.00 – 24.00
- L₆ diambil pada interval pukul 24.00 – 03.00
- L₇ diambil pada interval pukul 03.00 – 06.00

Dimana L₁, L₂, L₃, L₄ untuk mewakili level kebisingan siang hari (LS) dan L₅, L₆, L₇ untuk mewakili level kebisingan malam (LM). Data setiap interval waktu diambil dan dicatat setiap 5 detik selama 10 menit sehingga setiap interval waktu terdapat 120 data seperti tabel 5.1 berikut ini.

Tabel 5.1 Hasil Pengukuran Tingkat Kebisingan (contoh: Titik Jl. Airlangga pada Hari Senin interval 06.00-10.00/L₁)

menit ke-	Kebisingan (dB) pada 5 detik ke-											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	86	84	83	80	83	81	86	79	83	79	84	81
2	83	86	86	85	84	80	84	86	80	82	79	77
3	79	77	78	77	86	82	82	79	78	86	80	79
4	81	82	86	82	83	78	86	81	80	81	84	81
5	80	78	79	85	79	78	83	78	86	86	86	82

Lanjutan tabel 5.1

menit ke-	Kebisingan (dB) pada 5 detik ke-											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
6	86	80	82	79	79	84	86	79	83	85	81	83
7	82	85	86	85	79	81	80	86	79	84	81	78
8	85	83	81	77	77	78	81	82	77	85	82	84
9	78	82	86	85	81	82	79	80	81	79	80	83
10	80	77	84	80	85	79	78	83	81	78	79	84

Data selengkapnya untuk hasil pengukuran tingkat kebisingan secara keseluruhan pada seluruh titik pada masing-masing interval waktu dapat dilihat pada **LAMPIRAN A**.

Setelah dilakukan tabulasi pada seluruh titik pada masing-masing interval, kemudian dihitung level kebisingan ekivalen pada tiap interval tersebut. Untuk itu, digunakan rumus:

$$LTM5 = 10\log[1/T \sum_{i=1}^n 10^{0,1L_i} t_i]$$

Dimana :

T = 600 (lamanya waktu pengambilan sampel yaitu 10 menit/ 600 s)

L_i = Level kebisingan hasil pembacaan

t_i = 5 (interval pembacaan yaitu setiap 5 detik)

L_{TM5} adalah L_{eq} yang untuk tiap interval waktu yaitu L_1 sampai dengan L_5 . Sebagai contoh, dari tabel 5.1 tersebut dilakukan perhitungan untuk seluruh data seperti berikut ini :

$$LTM5 = 10\log[\frac{1}{600}((10^{0,1 \times 86} \times 5) + (10^{0,1 \times 84} \times 5) + \dots + (10^{0,1 \times 84} \times 5))]$$

$$\frac{LTM5}{L1} = 82.5 \text{ dB(A)}$$

Dari seluruh perhitungan secara keseluruhan yang dilakukan didapatkan nilai-nilai Leq untuk tiap-tiap interval, sebagai contoh dapat dilihat pada tabel 5.2 berikut ini.

Tabel 5.2 Leq tiap interval pada hari senin (contoh: Titik 1 Jl. Airlangga)

Lokasi	Senin				
	L1	L2	L3	L4	L5
Airlangga 1	82.5	85.1	86.1	82.8	57.5

Data selengkapnya untuk tabulasi hasil perhitungan tingkat kebisingan selama sepuluh menit di masing-masing titik secara keseluruhan dapat dilihat pada **LAMPIRAN A**. Setelah didapatkan 1 data yang mewakili setiap interval waktu, maka dilanjutkan untuk perhitungan level kebisingan siang hari (L_s) dan level kebisingan malam (L_m) dengan menggunakan rumus:

$$L_s = 10 \log [1/T \sum_{i=1}^4 10^{0,1L_i} t_i]$$

Dimana :

T = 16 (lamanya waktu pengambilan sampel yaitu 16 jam)

L_i = Level kebisingan hasil perhitungan L_1, L_2, L_3, L_4)

t_i = 4 (interval pengambilan sampel yaitu setiap 4 jam)

$$L_m = 10 \log [1/T \sum_{i=1}^3 10^{0,1L_i} t_i]$$

Dimana :

T = 8 (lamanya waktu pengambilan sampel yaitu 8 jam)

L_i = Level kebisingan hasil perhitungan L_5, L_6, L_7)

t_i = interval pengambilan pengambilan sampel, L_5, L_6 $t_i=3$ dan L_7 $t_i=2$)

setelah didapatkan level kebisingan untuk siang dan malam, maka dapat dihitung level kebisingan siang malam (L_{SM}):

$$L_{sm} = 10 \log [\frac{1}{24} (10^{0,1L_s} \cdot 16 + 10^{0,1L_m+5} \cdot 8)]$$

Perhitungan LSM dilakukan pada seluruh data untuk masing-masing hari. Sebagai contoh perhitungan LS, LM, dan LSM untuk data kebisingan yang ada pada tabel 5.2 adalah sebagai berikut:

$$L_s = 10 \log \left[\frac{1}{16} ((10^{0.1 \times 82,5} x 4) + (10^{0.1 \times 85,1} x 4) + (10^{0.1 \times 86,1} x 4) + (10^{0.1 \times 82,8} x 4)) \right]$$

$$L_s = 84,4 \text{ dB(A)}$$

$$L_m = 10 \log \left[\frac{1}{8} ((10^{0.1 \times 57,5} x 2) + (10^{0.1 \times 57,5} x 3) + (10^{0.1 \times 57,5} x 3)) \right]$$

$$L_m = 56,3 \text{ dB(A)}$$

$$L_{sm} = 10 \log \left[\frac{1}{24} (10^{0.1 \times 84,4} \cdot 16 + 10^{0.1 \times 56,3+5} \cdot 8) \right]$$

$$L_{sm} = 82,9 \text{ dB(A)}$$

Perhitungan L_s , L_m , dan L_{sm} dilakukan pada keseluruhan titik pengambilan sampel untuk semua hari. Hasil perhitungan untuk hari senin dapat dilihat pada tabel 5.3 berikut

Tabel 5.3 Hasil Perhitungan L_s , L_m , dan L_{sm} masing-masing titik (contoh perhitungan pada hari senin)

Lokasi	Senin		
	LS	LM	LSM
Jalan Airlangga (1)	84.4	56.3	82.9
Jalan Airlangga (2)	84.6	55.6	83.1
Jalan Darmawangsa (1)	84.3	55.8	82.8
Jalan Darmawangsa (2)	84.4	56.1	82.9
Jalan Karang Menjangan (1)	84.2	56.1	82.7
Jalan Karang Menjangan (2)	84.4	56.1	82.9
Jalan Prof Dr. Moestopo (1)	84.5	56.1	82.9
Jalan Prof Dr. Moestopo (2)	84.3	56.3	82.8
Selasar Kantor Inra Medik	69.2	50.7	69.3
Selasar Perawatan jantung	68.7	50.4	68.9
Selasar Perawatan Inra Bedah	68.8	50.4	69.0
Selasar Taman B	68.9	51.0	69.2
Selasar Lab. Penyakit Dalam	69.1	50.9	69.3
Selasar Lapangan Parkir Inra Bedah	70.6	51.0	70.3

Selasar Kantor Irna Anak	69.0	51.0	69.2
Selasar Unit Lab Farmasi	69.0	50.5	69.1
Simpang Masjid dan Instalasi	69.1	50.7	69.2
Lt.2 Instalasi Rehab Medik	66.0	57.0	71.8
Lt.2 Pusat Diagnostik	65.7	57.8	72.4
Lt.2 Gedung Sebelah Graha Amerta	65.8	58.0	72.6
Lt.2 Gedung Parkir Utara	73.2	60.7	76.4

Data selengkapnya untuk Hasil Perhitungan L_s , L_m , dan L_{SM} secara keseluruhan dapat dilihat di **LAMPIRAN A**. Data L_{sm} tiap harinya pada satu titik berfluktuasi sehingga dapat dilihat nilai maksimum, minimum dan rata-rata kebisingan yang terjadi di titik tersebut. Selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.4 berikut:

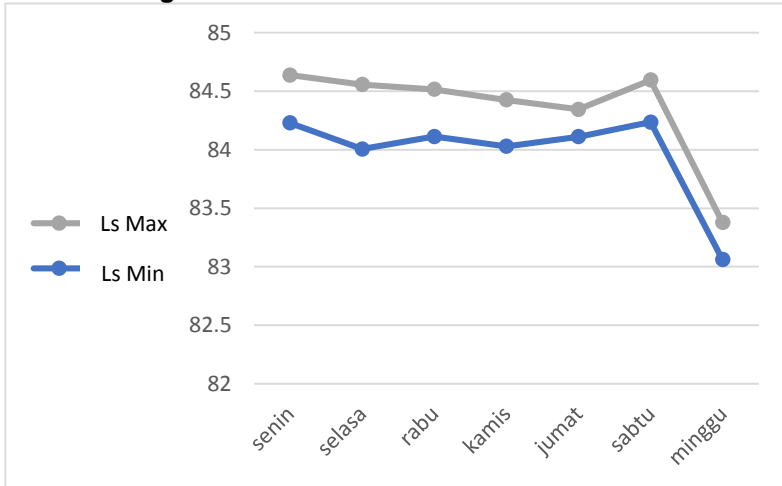
Tabel 5.4 Rekapitulasi LSM selama 1 Minggu

Lokasi	senin	selasa	rabu	kamis	jumat	sabtu	minggu
Jalan Airlangga (1)	82.9	82.9	82.8	82.9	82.6	83.4	81.8
Jalan Airlangga (2)	83.1	83.0	82.8	82.7	82.8	83.1	81.9
Jalan Darmawangsa (1)	82.8	82.8	82.8	82.5	82.7	83.2	82.0
Jalan Darmawangsa (2)	82.9	82.8	82.9	82.8	82.8	83.4	81.6
Jalan Karang Menjangan (1)	82.7	82.5	82.7	82.5	82.8	83.3	81.7
Jalan Karang Menjangan (2)	82.9	82.8	83.0	82.7	82.8	83.0	81.7
Jalan Prof Dr. Moestopo (1)	82.9	82.7	82.6	82.9	82.8	83.2	81.6
Jalan Prof Dr. Moestopo (2)	82.8	82.8	83.0	82.8	82.7	83.3	81.6
Selasar Kantor Irna Medik	69.3	72.0	72.4	72.1	71.9	74.9	72.0

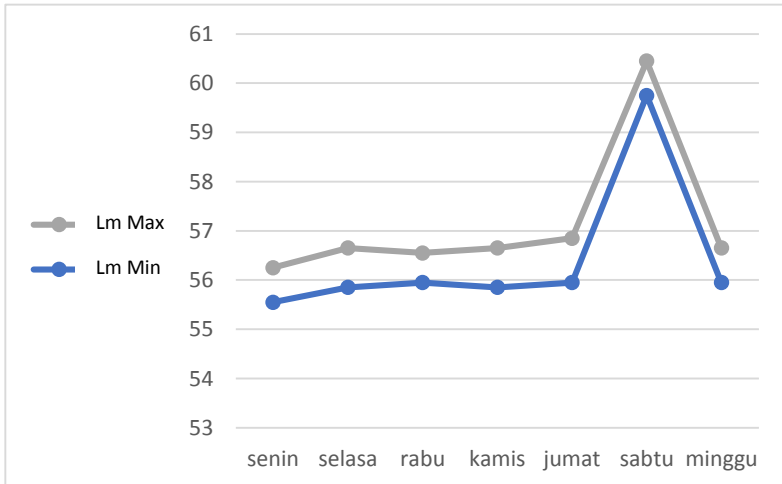
Selasar Perawatan jantung	68.9	69.2	69.1	69.2	69.4	69.2	69.4
Selasar Perawatan Irna Bedah	69.0	69.1	69.2	69.3	69.1	69.1	69.2
Selasar Taman B	69.2	69.3	69.1	69.4	69.2	69.4	69.1
Selasar Lab. Penyakit Dalam	69.3	69.2	69.4	69.3	69.2	69.1	69.3
Selasar Lap. Parkir Irna Bedah	70.3	70.5	70.3	70.4	70.3	70.4	70.3
Selasar Kantor Irna Anak	69.2	69.1	69.2	69.3	69.3	69.1	69.0
Selasar Unit Lab Farmasi	69.1	69.2	69.1	69.2	69.1	69.3	69.3
Simpang Masjid dan Instalasi	69.2	69.2	69.2	69.4	69.2	69.1	69.1
Lt.2 Instalasi Rehab Medik	71.8	72.0	72.1	72.5	72.3	72.3	72.6
Lt.2 Pusat Diagnostik	72.4	72.6	72.4	72.2	72.0	72.4	72.2
Lt.2 Gedung Graha Amerta	72.6	71.8	72.0	71.1	70.8	71.5	71.5
Lt.2 Gedung Parkir Utara	76.4	76.3	76.3	76.4	76.2	76.2	76.1
LSM Max Harian	82.9	82.8	83.0	82.9	82.8	83.3	81.7
LSM Min Harian	68.9	69.1	69.1	69.2	69.1	69.1	69.0
LSM Ave Harian	72.8	73.0	73.0	73.0	72.9	73.2	72.7

Kemudian kebisingan Lsm Maksimum harian dan Lsm minimum harian dalam kurun waktu 1 minggu dapat dimasukkan ke dalam grafik sebagai berikut.

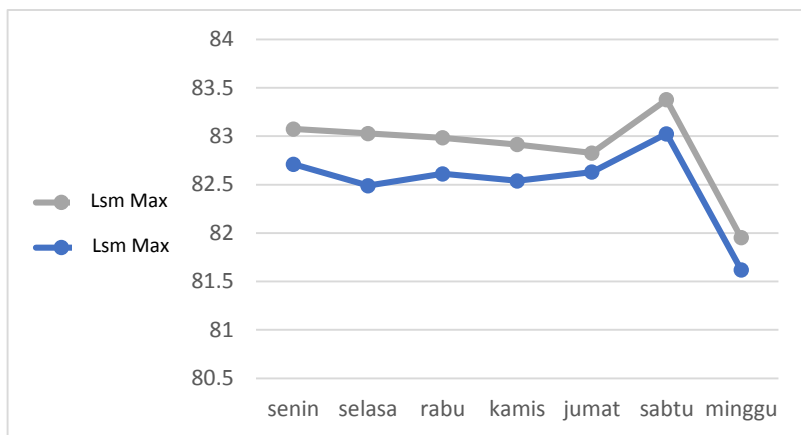
- **Kebisingan dari Area Luar Rumah Sakit**



Gambar 5.1 Grafik Komparasi Ls Maksimum Harian dengan Ls Minimum Harian dari titik sampling di area luar rumah sakit



Gambar 5.2 Grafik Komparasi Lm Maksimum Harian dengan Lm Minimum Harian dari titik sampling di area luar rumah sakit



LSM	Max	83.1	83.0	83.0	82.9	82.8	83.4	82.0
LSM	Min	82.7	82.5	82.6	82.5	82.6	83.0	81.6
LSM	Ave	82.9	82.8	82.8	82.7	82.8	83.2	81.7

Gambar 5.3 Grafik Komparasi Lsm Maksimum Harian dengan Lsm Minimum Harian dari titik sampling di area luar rumah sakit

Gambar 5.1 hingga 5.3 menjelaskan tentang grafik hasil perhitungan LS, LM dan LSM dari titik sampling yang berada di area luar rumah sakit. Nilai LSM tertinggi yaitu pada hari Sabtu yaitu dengan nilai LSM maksimum sebesar 83,4 dB dan terendah pada hari Minggu yaitu dengan nilai LSM maksimum yaitu sebesar 82 dB. Berdasarkan analisa, sumber kebisingan utama pada area luar rumah sakit yaitu dari padatnya kendaraan bermotor yang melewati jalan raya di sekitar rumah sakit yang merupakan jalan arteri kota Surabaya. Selain itu sumber bunyi lainnya berupa padatnya aktifitas masyarakat disekitar rumah sakit juga mempengaruhi seperti aktifitas pedagang kaki lima, jasa transportasi tradisional dan aktifitas olahraga dan juga aktifitas pendidikan.

Dari data Lsm maksimum harian dan Lsm minimum harian maka kemudian dilakukan traffic counting terhadap dua kondisi

tersebut. Kemudian didapatkan rata-rata jumlah kendaraan yang melintasi jalan Karang Menjangan, Jalan Airlangga, Jalan Darmawangsa, dan jalan Dr. Moestopo adalah dengan menghitung rata-rata kendaraan saat kondisi kebisingan Maksimum (jam sibuk : pukul 17.00-18.00) dan kebisingan minimum (jam tidak sibuk : pukul 23.00 – 00.00). penentuan waktu tersebut karena pada waktu tersebut jumlah kendaraan yang lewat bernilai hampir konstan atau tidak ada perubahan yang signifikan. perhitungan dilakukan dengan menghitung jumlah kendaraan yang melewati titik sampling dalam waktu 1 menit lalu hasil pengamatan dikalikan 60 sehingga didapat total kendaraan yang lewat per jamnya seperti pada tabel 5.5 hingga tabel 5.8 berikut.

Tabel 5.5 Hasil Perhitungan Jumlah Kendaraan Rata-rata di Jalan Karang Menjangan

Kebisingan saat	Nilai (dBA)	Kendaraan per jam	
		Mobil	Motor
LS	84.4	1620	3240
LM	56.1	352	396
Rata-rata		986	1818

Tabel 5.6 Hasil Perhitungan Jumlah Kendaraan Rata-rata di Jalan Airlangga

Kebisingan saat	Nilai (dBA)	Kendaraan per jam	
		Mobil	Motor
LS	84.6	1320	2880
LM	55.3	480	780
Rata-rata		900	1830

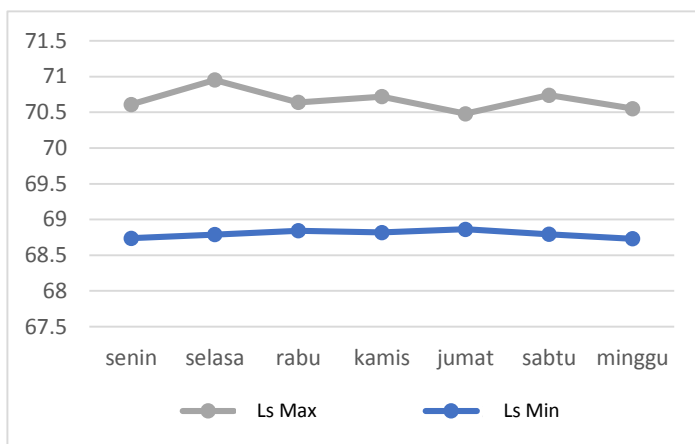
Tabel 5.7 Hasil Perhitungan Jumlah Kendaraan Rata-rata di Jalan Dharmahusada

Kebisingan saat	Nilai (dBA)	Kendaraan per jam	
		Mobil	Motor
LS	84.4	1440	3060
LM	55.8	420	840
Rata-rata		930	1950

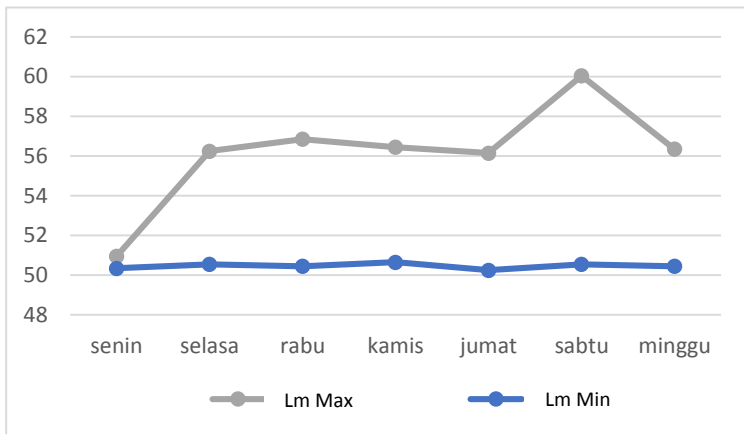
Tabel 5.8 Hasil Perhitungan Jumlah Kendaraan Rata-rata di Jalan Dr. Moestopo

Kebisingan saat	Nilai (dBA)	Kendaraan per jam	
		Mobil	Motor
LS	84.5	1920	4020
LM	56.1	540	840
Rata-rata		1230	2430

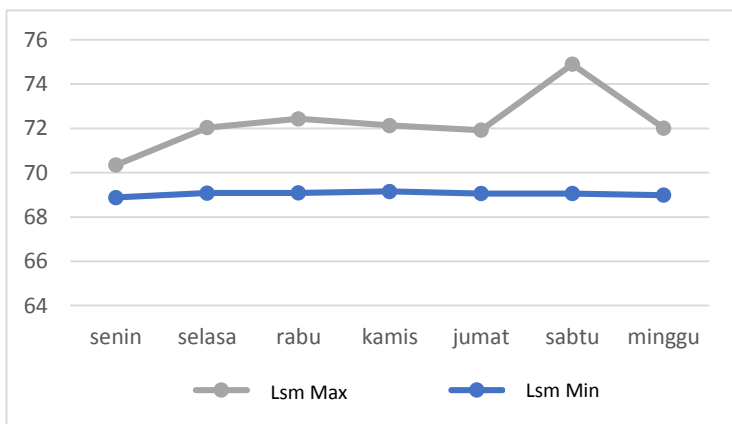
- Kebisingan di Dalam Area Rumah Sakit



Gambar 5.4 Grafik Komparasi Ls Maksimum Harian dengan Ls Minimum Harian dari titik sampling di area dalam rumah sakit



Gambar 5.5 Grafik Komparasi Lm Maksimum Harian dengan Lm Minimum Harian dari titik sampling di area dalam rumah sakit

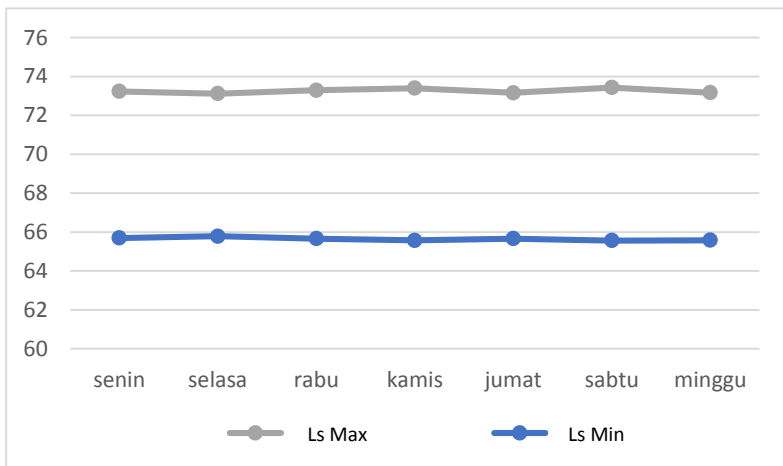


LSM	Max	70.3	72.0	72.4	72.1	71.9	74.9	72.0
LSM	Min	68.9	69.1	69.1	69.2	69.1	69.1	69.0
LSM	Ave	69.3	69.6	69.7	69.7	69.6	70.0	69.6

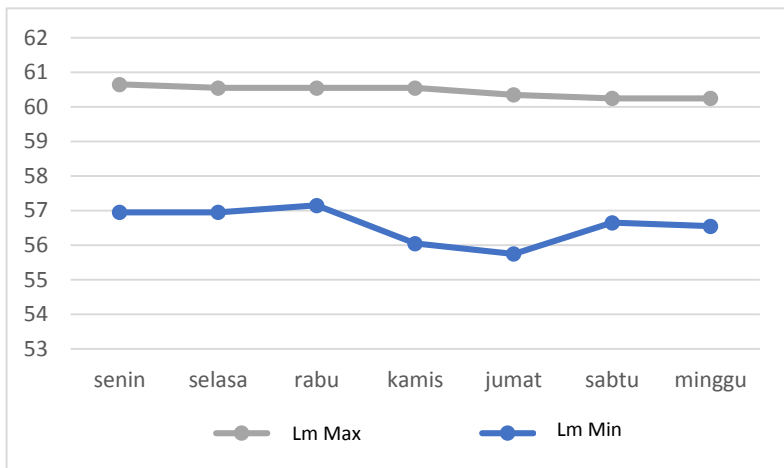
Gambar 5.6 Grafik Komparasi Lsm Maksimum Harian dengan Lsm Minimum Harian dari titik sampling di dalam area rumah sakit

Gambar 5.2 menjelaskan tentang grafik hasil perhitungan LSM dari titik sampling yang berada di area dalam rumah sakit. Area tersebut yaitu di beberapa selasar dan tempat yang sekiranya dekat dengan sumber kebisingan. Tingkat kebisingan tertinggi yaitu pada hari sabtu yaitu dengan nilai LSM maksimum sebesar 74,9 dB dan terendah pada hari senin yaitu dengan nilai LSM maksimum sebesar 68,9 dB. Berdasarkan analisa, sumber kebisingan utama pada area dalam rumah sakit yaitu dari banyaknya pengunjung rumah sakit dan beberapa aktifitas didalamnya di hampir semua titik sampling, Selain itu sumber bunyi lainnya berasal dari ruang instalasi dan tempat parkir di area ruang rawat inap. Berdasarkan penjelasan dari karyawan rumah sakit di bidang pendataan, dalam sehari rata-rata sekitar 2500 pengunjung yang datang ke rumah sakit dari dalam maupun luar kota Surabaya dengan tujuan berobat, bekerja dan menjenguk orang yang sedang sakit. Titik terpadat di dalam rumah sakit yaitu di area rawat inap.

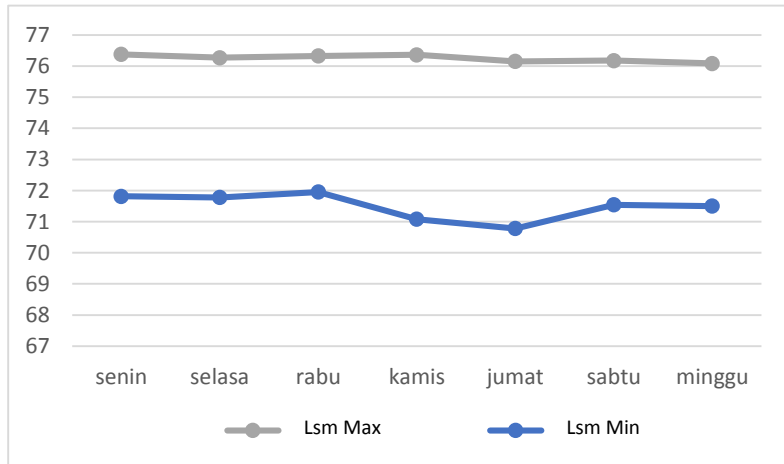
- **Kebisingan di Lantai 2 Rumah Sakit**



Gambar 5.7 Grafik Komparasi Ls Maksimum Harian dengan Ls Minimum Harian dari titik sampling di lantai 2 rumah sakit



Gambar 5.8 Grafik Komparasi Lm Maksimum Harian dengan Lm Minimum Harian dari titik sampling di lantai 2 rumah sakit

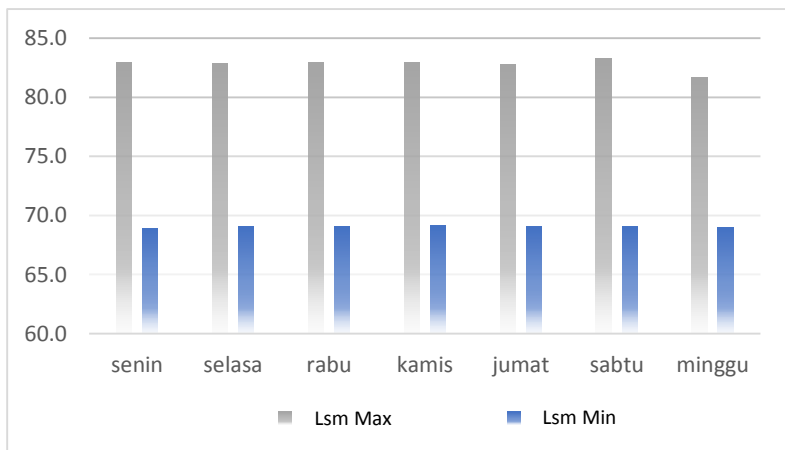


LSM	Max	76.4	76.3	76.3	76.4	76.2	76.2	76.1
LSM	Min	71.8	71.8	72.0	71.1	70.8	71.5	71.5
LSM	Ave	73.3	73.2	73.2	73.0	72.8	73.1	73.1

Gambar 5.9 Grafik Komparasi Lsm Maksimum Harian dengan Lsm Minimum Harian dari titik sampling di dalam area rumah sakit

Selanjutnya yaitu gambar 5.2 menjelaskan tentang grafik hasil perhitungan LSM dari titik sampling yang berada di area lantai 2 dalam rumah sakit. Area tersebut yaitu di beberapa selasar dan tempat yang sekiranya dekat dengan sumber kebisingan. Berdasarkan grafik, nilai LSM maksimal dalam 1 minggu relative stabil pada angka kebisingan 76,1 hingga 76,4. Tingkat kebisingan tertinggi yaitu pada hari senin dan rabu yaitu dengan nilai LSM maksimum sebesar 76,4 dB dan terendah pada hari jumat yaitu dengan nilai LSM minimum sebesar 70,8 dB. Berdasarkan analisa, sumber kebisingan pada area lantai 2 yaitu berasal dari *exhaust air conditioner* dan aktifitas dari manusia. Pada tempat parkir mobil lantai 2 sumber kebisingannya yaitu berasal dari suara mesin kendaraan.

Kemudian dari semua grafik diatas, kebisingan Lsm Maksimum harian dan Lsm minimum harian dalam kurun waktu 1 minggu



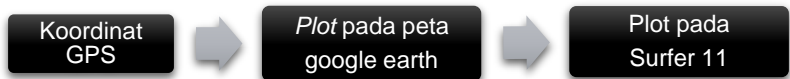
Gambar 5.10 Grafik Komparasi Lsm Maksimum Harian dengan Lsm Minimum Harian dalam satu minggu

5.2 Pembuatan Peta Tingkat Kebisingan

5.2.1 Plotting Titik Pengambilan sampel

Pembuatan peta tingkat kebisingan untuk penelitian kali ini menggunakan aplikasi *surfer 11*. Pembuatan peta tingkat kebisingan dilakukan dalam beberapa tahapan. Tahap pertama adalah melakukan *plotting* lokasi titik pengambilan sampel yang telah diukur langsung di lapangan dengan menggunakan GPS. Plotting menggunakan bantuan aplikasi *google earth*. Setelah diplot ke peta *google earth*, peta diplotkan ke aplikasi *surfer 11* sesuai dengan batas atas, bawah, kiri, dan kanan pada peta *google earth*. Setelah itu di *set* pada *surfer 11*, system koordinat geografis "*World Geodetic System 1984*" agar plot yang di buat sebelumnya presisi dengan koordinat geografis seungguhnya.

Proses plotting dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 5.11 Proses *Plotting* Peta

Hasil koordinat GPS titik pengambilan sampel utama dengan koordinat DMS (*Degree, Minute, Second*) yang didapat pada saat pengambilan sampel data primer adalah sebagai berikut:

Tabel 5.6 Koordinat DMS titik pengambilan sampel

No	Lokasi	Latitude			Longitude		
1	Jalan Airlangga (1)	7°	16'	14"	112°	45'	28"
2	Jalan Airlangga (2)	7°	16'	14"	112°	45'	34"
3	Jalan Darmawangsa (1)	7°	16'	02"	112°	45'	24"
4	Jalan Darmawangsa (2)	7°	16'	09"	112°	45'	23"
5	Jalan Karang Menjangan (1)	7°	16'	08"	112°	45'	38"
6	Jalan Karang Menjangan (2)	7°	16'	00"	112°	45'	38"
7	Jalan Prof Dr. Moestopo (1)	7°	15'	57"	112°	45'	34"
8	Jalan Prof Dr. Moestopo (2)	7°	15'	57"	112°	45'	28"
9	Selasar Kantor Irna Medik	7°	15'	59"	112°	45'	28"
10	Selasar Perawatan jantung	7°	16'	04"	112°	45'	28"
11	Selasar Perawatan Irna Bedah	7°	16'	09"	112°	45'	28"
12	Selasar Taman B	7°	15'	59"	112°	45'	31"
13	Selasar Lab. Penyakit Dalam	7°	16'	03"	112°	45'	31"
14	Selasar Lapangan Parkir Irna Bedah	7°	16'	08"	112°	45'	31"
15	Selasar Kantor Irna Anak	7°	15'	59"	112°	45'	35"
16	Selasar Unit Lab Farmasi	7°	16'	04"	112°	45'	34"
17	Simpang Masjid dan Instalasi	7°	16'	08"	112°	45'	35"
18	Lt.2 Instalasi Rehab Medik	7°	15'	58"	112°	45'	25"
19	Lt.2 Pusat Diagnostik	7°	16'	04"	112°	45'	25"
20	Lt.2 Gedung Sebelah Graha Amerta	7°	16'	09"	112°	45'	25"
21	Lt.2 Gedung Parkir Utara	7°	15'	58"	112°	45'	34"

Kemudian untuk memudahkan plotting peta ke *aplikasi* surfer maka data koordinat DMS tersebut dikonversi menjadi koordinat UTM (*Universal Tranverse Mercator*). Maka dihasilkan data sebagai berikut:

Tabel 5.7 Koordinat UTM Titik Pengambilan sampel Utama

No	Lokasi	Easting	Northing
1	Jalan Airlangga (1)	694061.96	9195967.84
2	Jalan Airlangga (2)	694250.34	9195963.87
3	Jalan Darmawangsa (1)	693937.59	9196362.55
4	Jalan Darmawangsa (2)	693923.27	9196090.82
5	Jalan Karang Menjangan (1)	694386.46	9196125.21
6	Jalan Karang Menjangan (2)	694397	9196372.03
7	Jalan Prof Dr. Moestopo (1)	694266.55	9196472.33
8	Jalan Prof Dr. Moestopo (2)	694072.76	9196481.88
9	Selasar Kantor Irna Medik	694074.64	9196401
10	Selasar Perawatan jantung	694069.1	9196276.17
11	Selasar Perawatan Irna Bedah	694074.42	9196111.78
12	Selasar Taman B	694162.04	9196406.08
13	Selasar Lab. Penyakit Dalam	694163.55	9196279.93
14	Selasar Lapangan Parkir Irna Bedah	694169.43	9196141.27
15	Selasar Kantor Irna Anak	694280.44	9196406.77
16	Selasar Unit Lab Farmasi	694270.85	9196270.51
17	Simpang Masjid dan Instalasi	694288.56	9196141.88
18	Lt.2 Instalasi Rehab Medik	693988.83	9196443.93
19	Lt.2 Pusat Diagnostik	693991.13	9196249.32
20	Lt.2 Gedung Sebelah Graha Amerta	693985.74	9196118.54
21	Lt.2 Gedung Parkir Utara	694252.03	9196443.6

Kemudian dengan menggunakan *aplikasi google earth*, juga diplotting titik tambahan sejauh 50 meter, 100 meter, dan 150 meter menjauhi titik pengambilan sampel utama ke arah dalam rumah sakit. Titik tambahan ini berfungsi untuk mendapatkan garis kontur sebaran kebisingan pada saat nantinya dimasukkan kedalam *aplikasi surfer*.



Gambar 5.12 Lokasi Titik Sampling Utama

5.2.2 Evaluasi Kondisi Kebisingan

Untuk mendapatkan peta kontur persebaran kebisingan, perlu dilakukan perhitungan kebisingan di titik-titik tambahan yang kemudian titik koordinat dan perhitungan kebisingannya akan diinput ke dalam aplikasi *surfer*. Dari data kebisingan di titik utama pengambilan sampel, kemudian diolah dengan menggunakan rumus:

$$LP_2 = LP_1 - 10\log (r_2/ r_1)$$

Dimana:

LP_1 = Tingkat kebisingan pada titik pengambilan sampel utama (dBA)

LP_2 = Tingkat kebisingan pada jarak r_2 (dBA)

r_1 = Jarak titik pengambilan sampel dari sumber kebisingan = 2 meter

r_2 = Jarak titik 2 dari sumber kebisingan
(contoh : 50m + r_1)

Pada penelitian ini, penentuan titik tambahan yang digunakan adalah sejauh 50 meter, 100 meter dan 150 meter dari titik utama ke arah menjauhi jalan. Pengambilan angka dengan interval 50 meter karena luasan area rumah sakit yang tidak terlalu luas.

Penambahan titik ini dilakukan juga untuk memperkirakan reduksi tingkat kebisingan yang terjadi karena pertambahan jarak dan nantinya juga akan dihitung reduksi tingkat kebisingan dengan adanya peredam bising. Sebagai contoh perhitungan, data pada tabel 5.3, yaitu tingkat kebisingan untuk titik jalan airlangga 1 adalah sebesar 83,4 dB(A), maka tingkat kebisingan pada titik tambahan yang letaknya sejauh 50 meter dari sumber bising dapat dihitung reduksi kebisingannya seperti berikut :

$$LP_2 = 84,4 - 10\log (52/ 2)$$

$$LP_2 = 69.2 \text{ dB(A)}$$

Dengan cara yang sama, dilakukan perhitungan pada titik yang lain dengan variasi jarak 50 meter, 100 meter dan 150

meter. Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 5.8.

Tabel 5.8 Hasil Perhitungan Reduksi Tingkat Kebisingan Karena Pertambahan Jarak Pada Titik Tambahan

No	Lokasi	Reduksi Tingkat Kebisingan Karena Jarak			
		LSM Max	50m	100m	150m
1	Jalan Airlangga (1)	83.35	69.20	65.66	63.93
2	Jalan Airlangga (2)	83.11	68.96	65.69	63.96
3	Jalan Darmawangsa (1)	83.19	69.04	65.60	63.87
4	Jalan Darmawangsa (2)	83.38	69.23	65.66	63.93
5	Jalan Karang Menjangan (1)	83.34	69.19	65.55	63.81
6	Jalan Karang Menjangan (2)	83.02	68.88	65.61	63.88
7	Jalan Prof Dr. Moestopo (1)	83.18	69.03	65.61	63.87
8	Jalan Prof Dr. Moestopo (2)	83.29	69.14	65.66	63.93
9	Selasar Kantor Irna Medik	74.90	60.75	55.02	53.29
10	Selasar Perawatan jantung	69.43	55.28	52.12	50.39
11	Selasar Perawatan Irna Bedah	69.33	55.19	52.05	50.32
12	Selasar Taman B	69.36	55.21	52.14	50.41
13	Selasar Lab. Penyakit Dalam	69.36	55.21	52.17	50.44
14	Selasar Lapangan Parkir Irna Bedah	70.51	56.36	53.29	51.55
15	Selasar Kantor Irna Anak	69.34	55.19	52.11	50.38
16	Selasar Unit Lab Farmasi	69.33	55.18	52.10	50.37
17	Simpang Masjid dan Instalasi	69.41	55.26	52.13	50.40
18	Lt.2 Instalasi Rehab Medik	72.60	58.45	55.15	53.42
19	Lt.2 Pusat Diagnostik	72.64	58.49	55.25	53.52
20	Lt.2 Gedung Sebelah Graha Amerta	72.63	58.48	54.53	52.80
21	Lt.2 Gedung Parkir Utara	76.38	62.23	59.18	57.44

Dari tabel 5.8 diatas dapat dilihat kebisingan masih belum memenuhi standar baku mutu untuk kawasan rumah sakit meskipun sudah berjarak 150 meter dari sumber bising. Kemudian dilakukan perhitung kembali untuk jarak yang lebih dekat dari sumber bising agar didapatkan kondisi yang lebih

rinci terhadap lokasi yang langsung berdampingan dengan sumber bising sehingga dapat dilihat korelasi ketepatan fungsi bangunan rumah sakit dengan kondisi kebisingan yang terjadi. Pengambilan titik terdekat yaitu titik dengan jarak 10 meter dimana pada jarak ini adalah rata-rata jarak dari sumber bising ke penerima. Dengan asumsi jarak adalah jarak dari titik pengambilan sampel kebisingan hingga titik terdepan bangunan (bukan pagar) yang terdapat di sepanjang tepi jalan di sekitar area rumah sakit dan juga di tepi selasar didalam rumah sakit.

Untuk lebih jelas, hasil perhitungan kebisingan pada pada jarak 10 meter tersebut dapat dilihat pada tabel 5.9 – 5.11.

Tabel 5.9 Hasil Perhitungan Reduksi Tingkat Kebisingan di Titik Tambahan Terdekat Pada Siang Hari

No	Lokasi	Arah Sumber Kebisingan	Baku Mutu (dBA)	LS Max (dBA)	Reduksi Lsm *10m
1	Jalan Airlangga (1)	Area Luar Rumah Sakit	55	84.60	76.81
2	Jalan Airlangga (2)	Area Luar Rumah Sakit	55	84.64	76.86
3	Jalan Darmawangsa (1)	Area Luar Rumah Sakit	55	84.35	76.57
4	Jalan Darmawangsa (2)	Area Luar Rumah Sakit	55	84.58	76.80
5	Jalan Karang Menjangan (1)	Area Luar Rumah Sakit	55	84.53	76.75
6	Jalan Karang Menjangan (2)	Area Luar Rumah Sakit	55	84.49	76.71
7	Jalan Prof Dr. Moestopo (1)	Area Luar Rumah Sakit	55	84.46	76.68

8	Jalan Prof Dr. Moestopo (2)	Area Luar Rumah Sakit	55	84.52	76.73
9	Selasar Kantor Irna Medik	Area Dalam Rumah Sakit	45	69.18	61.40
10	Selasar Perawatan jantung	Area Dalam Rumah Sakit	45	69.20	61.41
11	Selasar Perawatan Irna Bedah	Area Dalam Rumah Sakit	45	69.06	61.28
12	Selasar Taman B	Area Dalam Rumah Sakit	45	69.19	61.41

13	Selasar Lab. Penyakit Dalam	Area Dalam Rumah Sakit	45	69.14	61.36
14	Selasar Lapangan Parkir Irna Bedah	Area Dalam Rumah Sakit	45	70.95	63.17
15	Selasar Kantor Irna Anak	Area Dalam Rumah Sakit	45	69.06	61.28
16	Selasar Unit Lab Farmasi	Area Dalam Rumah Sakit	45	69.09	61.31
17	Simpang Masjid dan Instalasi	Area Dalam Rumah Sakit	45	69.12	61.34
18	Lt.2 Instalasi Rehab Medik	Area Dalam Rumah Sakit	45	65.98	58.20
19	Lt.2 Pusat Diagnostik	Area Dalam Rumah Sakit	45	65.90	58.12
20	Lt.2 Gedung Sebelah Graha Amerta	Area Dalam Rumah Sakit	45	66.07	58.29
21	Lt.2 Gedung Parkir Utara	Area Dalam Rumah Sakit	45	73.43	65.65

**Tabel 5.10 Hasil Perhitungan Reduksi Tingkat Kebisingan di Titik
Tambahan Terdekat Pada Malam Hari**

No	Lokasi	Arah Sumber Kebisingan	Baku Mutu (dBA)	LM Max (dBA)	Reduksi Lsm *10m
1	Jalan Airlangga (1)	Area Luar Rumah Sakit	55	59.85	52.07
2	Jalan Airlangga (2)	Area Luar Rumah Sakit	55	60.35	52.57
3	Jalan Darmawangsa (1)	Area Luar Rumah Sakit	55	60.25	52.47
4	Jalan Darmawangsa (2)	Area Luar Rumah Sakit	55	60.15	52.37
5	Jalan Karang Menjangan (1)	Area Luar Rumah Sakit	55	60.25	52.47
6	Jalan Karang Menjangan (2)	Area Luar Rumah Sakit	55	59.75	51.97
7	Jalan Prof Dr. Moestopo (1)	Area Luar Rumah Sakit	55	60.45	52.67
8	Jalan Prof Dr. Moestopo (2)	Area Luar Rumah Sakit	55	60.25	52.47
9	Selasar Kantor Irna Medik	Area Dalam Rumah Sakit	45	60.05	52.27
10	Selasar Perawatan jantung	Area Dalam Rumah Sakit	45	51.05	43.27
11	Selasar Perawatan Irna Bedah	Area Dalam Rumah Sakit	45	51.15	43.37
12	Selasar Taman B	Area Dalam Rumah Sakit	45	51.15	43.37
13	Selasar Lab. Penyakit Dalam	Area Dalam Rumah Sakit	45	50.95	43.17
14	Selasar Lapangan Parkir Irna Bedah	Area Dalam Rumah Sakit	45	51.15	43.37
15	Selasar Kantor Irna Anak	Area Dalam Rumah Sakit	45	51.25	43.47
16	Selasar Unit Lab Farmasi	Area Dalam Rumah Sakit	45	51.15	43.37

Lanjutan Tabel 5.10

No	Lokasi	Arah Sumber Kebisingan	Baku Mutu (dBA)	LM Max (dBA)	Reduksi Lsm *10m
17	Simpang Masjid dan Instalasi	Area Dalam Rumah Sakit	45	51.15	43.37
18	Lt.2 Instalasi Rehab Medik	Area Dalam Rumah Sakit	45	57.95	50.17
19	Lt.2 Pusat Diagnostik	Area Dalam Rumah Sakit	45	57.95	50.17
20	Lt.2 Gedung Sebelah Graha Amerta	Area Dalam Rumah Sakit	45	57.95	50.17
21	Lt.2 Gedung Parkir Utara	Area Dalam Rumah Sakit	45	60.65	52.87

Tabel 5.11 Hasil Perhitungan Reduksi Tingkat Kebisingan di Titik Tambahan Terdekat (LSM)

No	Lokasi	Arah Sumber Kebisingan	Baku Mutu (dBA)	LSM Max (dBA)	Reduksi Lsm *10m
1	Jalan Airlangga (1)	Area Luar Rumah Sakit	55	83.35	75.57
2	Jalan Airlangga (2)	Area Luar Rumah Sakit	55	83.11	75.33
3	Jalan Darmawangsa (1)	Area Luar Rumah Sakit	55	83.19	75.41
4	Jalan Darmawangsa (2)	Area Luar Rumah Sakit	55	83.38	75.60
5	Jalan Karang Menjangan (1)	Area Luar Rumah Sakit	55	83.34	75.56
6	Jalan Karang Menjangan (2)	Area Luar Rumah Sakit	55	83.02	75.24
7	Jalan Prof Dr. Moestopo (1)	Area Luar Rumah Sakit	55	83.18	75.40
8	Jalan Prof Dr. Moestopo (2)	Area Luar Rumah Sakit	55	83.29	75.51

Lanjutan Tabel 5.11

No	Lokasi	Arah Sumber Kebisingan	Baku Mutu (dBA)	LSM Max (dBA)	Reduksi Lsm *10m
9	Selasar Kantor Irna Medik	Area Dalam Rumah Sakit	45	74.90	67.11
10	Selasar Perawatan jantung	Area Dalam Rumah Sakit	45	69.43	61.64
11	Selasar Perawatan Irna Bedah	Area Dalam Rumah Sakit	45	69.33	61.55
12	Selasar Taman B	Area Dalam Rumah Sakit	45	69.36	61.58
13	Selasar Lab. Penyakit Dalam	Area Dalam Rumah Sakit	45	69.36	61.58
14	Selasar Lapangan Parkir Irna Bedah	Area Dalam Rumah Sakit	45	70.51	62.73
15	Selasar Kantor Irna Anak	Area Dalam Rumah Sakit	45	69.34	61.56
16	Selasar Unit Lab Farmasi	Area Dalam Rumah Sakit	45	69.33	61.55
17	Simpang Masjid dan Instalasi	Area Dalam Rumah Sakit	45	69.41	61.63
18	Lt.2 Instalasi Rehab Medik	Area Dalam Rumah Sakit	45	72.60	64.82
19	Lt.2 Pusat Diagnostik	Area Dalam Rumah Sakit	45	72.64	64.86
20	Lt.2 Gedung Sebelah Graha Amerta	Area Dalam Rumah Sakit	45	72.63	64.84
21	Lt.2 Gedung Parkir Utara	Area Dalam Rumah Sakit	45	76.38	68.60

Dari tabel diatas dapat dilihat kebisingan di seluruh titik melebihi baku mutu terutama pada siang hari. Oleh karena itu perlu direncanakan peletakan peredam bising pada wilayah studi. Peredam bising yang direncanakan dapat berupa

peredam bising alami, peredam bising buatan maupun kombinasi keduanya.

5.2.3 Perencanaan Peletakan Bangunan Peredam Bising (BPB)

Selain berkurangnya kebisingan karena fungsi jarak, lalu dihitung juga reduksi akibat adanya penghalang yang dapat berupa bangunan ataupun tanaman. Karena kebisingan di wilayah studi yang melebihi baku mutu kebisingan sesuai KEPMEN LH no 48 tahun 1996 maka direncanakan peletakan BPB yang sesuai untuk dapat mereduksi kebisingan yang terjadi. Pada penelitian kali ini, dilakukan dua pengukuran yaitu pengukuran dengan sumber kebisingan di area luar rumah sakit (lalu lintas) dan area dalam rumah sakit.

Perencanaan BPB untuk sumber kebisingan di area luarrumah sakit berdasarkan pedoman dari Pedoman Konstruksi dan Bangunan Departemen Pekerjaan Umum (2005) tentang Mitigasi Dampak Kebisingan Akibat Lalu Lintas Jalan. Pada pedoman tersebut dicantumkan bahwa untuk BPB buatan, berbeda bahannya maka berbeda juga nilai IL (*Insertion Loss*) atau nilai rata-rata reduksi kebisingannya. Begitupun juga untuk BPB alami juga dicantumkan nilai IL nya.

Berikut jenis-jenis bahan BPB menurut Pedoman Konstruksi dan Bangunan Departemen Pekerjaan Umum (2005) tentang Mitigasi Dampak Kebisingan Akibat Lalu Lintas Jalan.

Tabel 5.12 Efektifitas Reduksi tigrat kebisingan dari BPB buatan

No.	Bahan	Tipe	Dimensi	Efektifitas
			L = Lebar Min. H = Tinggi Min.	IL = dB(A)
1	Penghalang Menerus	a. Penghalang dari susunan bata	L = 0.5 m H = 2.5 m	Baik IL = 15 - 16 dB(A)
		b. Beton bertulang	L = 0.35 m H = 3-4 m	Baik - Optimum
		c. Kayu dengan atau tanpa bahan penyerap	L = 0.3 m H = 4-5 m	Baik IL = 18-19 dB(A)
		d. Alumunium atau baja dengan bahan penyerap	L = 0.3 m H = 4-5 m	Optimum IL = 20 - 22 dB
		e. Fiber, Kaca	L = 0.5 m H = 3-4 m	Baik IL = 16-17 dB
2	Penghalang Tidak Menerus	a. Beton Bertulang	L = 1-2 m H = 3-4 m	Optimum IL = 17-18 dB
		b. Alumunium atau baja dengan bahan penyerap	L = 1 m H = 3-4 m	Optimum IL = 18-19 dB(A)
		c. Kombinasi bahan a dan b dengan fiber	L = 2.0 m H = 3-4 m	Optimum IL = 20 - 22 dB
3	Kombinasi Penghalang Menerus dan Tidak Menerus	a. Penghalang dari susunan bata	L = 0.5 m H = 2.5 m	Baik IL = 15 - 16 dB(A)
		b. Beton bertulang	L = 0.35 m H = 3-4 m	Baik - Optimum
		c. Kayu dengan atau tanpa bahan penyerap	L = 0.3 m H = 4-5 m	Baik IL = 18-19 dB(A)
		d. Alumunium atau baja dengan bahan penyerap	L = 0.3 m H = 4-5 m	Optimum IL = 20 - 22 dB
		e. Fiber	L = 0.5 m H = 3-4 m	Baik IL = 16-17 dB
		f. beton bertulang	L = 1-2 m H = 3-4 m	Optimum IL = 17-18 dB
		g. Alumunium atau baja dengan bahan penyerap	L = 1 m H = 3-4 m	Optimum IL = 18-19 dB(A)
		h. Kombinasi bahan a dan b dengan fiber	L = 2.0 m H = 3-4 m	Optimum IL = 20 - 22 dB
4	Penghalang Arsitektur	a. penghalang dasi design bentuk c	L = dari 0,5m H = Variabel	Baik IL = 14 - 16

Tabel 5.13 Efektifitas Reduksi tingkat kebisingan dari Peredam Bising Alami

No.	Jenis Tanaman	Volume Kerimbunan Daun (m3)	Jarak Sumber ke tanaman (m)	Ketinggian Pengukuran (m)	Reduksi Kebisingan ; IL (dBA)
1	Akasia (<i>Acacia magnium</i>)	114	18.2	1.2	2.5
			30.2	4	4.1
		118.23	18.2	1.2	2.7
			24.6	4	4.4
2	Bambu Pringgodani	122.03	7	1.2	1.1
			16.4	2.5	4.9
		366.08	35.4	1.2	14.7
3	Johar (<i>Casia siamea</i>)	60.74	9.8	1.2	0.3
			17	3.6	3.2
		83.24	9.6	1.2	0.2
4	Likuan - Yu (<i>Vermenia obtusifolia</i>)	2.464	8.2	1.2	2.3
5	Anak Nakal (<i>Durant repens</i>)	1.68	9.8	1.2	0.8
6	Soka	1.35	11.2	1.2	0.9
7	Kekaretan	1.105	4.6	1.2	0.9
8	Sebe (<i>Heliconia sp.</i>)	1.792	3.2	1.2	3.4
9	Teh - Tehan	11.1	6	1.2	2.1
10	<i>Heliconia sp.</i>	2.75	9	1.2	3.5
		16.65	6	1.2	4.2
		33.3	9	1.2	5

Skenario perencanaan dapat digambarkan sebagai berikut


$$N = \frac{2}{\lambda} + (x + y - z)$$

$$\lambda = c/f$$

Dimana:

- N= Bilangan Fresnel
- X= Jarak dari sumber bising ke BPB (m)
- Y= Jarak dari BPB ke penerima (m)
- Z= Jarak dari sumber bising ke penerima (m)
- R= Jarak sumber bising ke BPB di lapangan(m)
- D= Jarak penerima ke BPB di lapangan (m)
- Hb= Tinggi BPB (m)
- Hp= Tinggi penerima (m)
- Hs= Tinggi sumber bising (m)
- λ = Panjang gelombang (m)
- c= cepat rambat gelombang di udara $c=340$
- f= frekuensi (Hz) 1000 Hz

Keterangan:

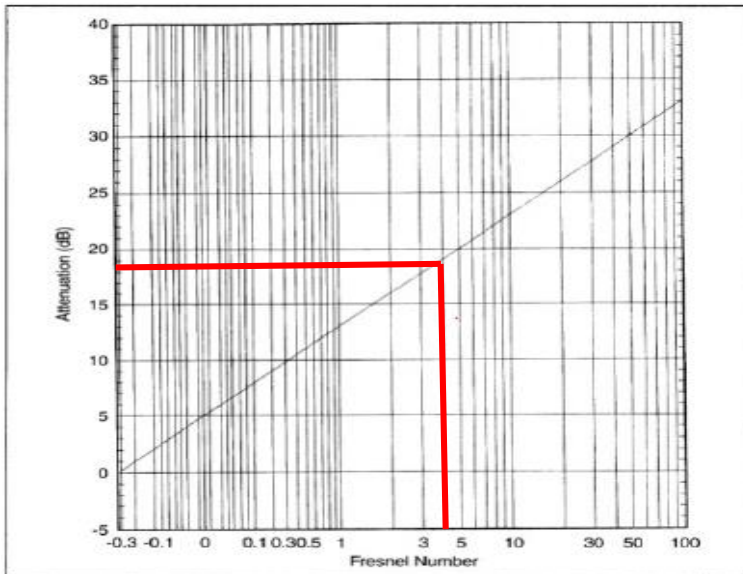
- Ketinggian sumber bising (Hs) diperkirakan 50 cm karena sumber bising berasal dari knalpot kendaraan bermotor yang diratakan ketinggiannya adalah 50 cm
- Tinggi penerima (Hp) adalah tinggi rata-rata manusia Indonesia yaitu sekitar 160 cm.
- Jarak sumber bising ke BPB (R) bervariasi tergantung letak/jarak dari sumber bising ke penghalang pada masing-masing titik. Namun diasumsikan perhitungan adalah jarak terdekat sumber bising ke BPB terdekat yaitu 4 meter yaitu berasal dari 2 meter adalah jarak dari sumber bising terdekat ke titik pengambilan sampel dan 2 meter adalah jarak dari titik pengambilan sampel ke BPB.
- Jarak penerima ke BPB (D) adalah 6 meter yaitu selisih antara jarak yang diasumsikan sebagai jarak lokasi terdekat yang terpapar kebisingan yaitu 10 meter dikurangi dengan jarak sumber bising ke BPB.
- Tinggi efektif BPB diasumsikan dari tinggi rata-rata pagar di wilayah studi yaitu 2 meter.
- Panjang gelombang dengan menggunakan rumus:
 $\lambda = c/f$ Dimana
c = cepat rambat gelombang di udara = 340 m/s
f = frekuensi (Hz) 1000 Hz

Pada perhitungan reduksi karena pengaruh BPB hanya daerah yang berada beberapa meter yang tingkat kebisingannya berkurang karena adanya BPB. Secara sederhana, daerah yang kebisingannya berkurang karena adanya BPB adalah daerah yang berada dibelakang BPB dengan jarak yang sama dengan jarak anatar sumber bunyi dengan BPB. Dalam penelitian ini, jarak antara BPB dan sumber bising diasumsikan ± 10 meter. Dengan demikian, daerah yang kebisingannya berkurang adalah daerah yang berada ± 6 meter di belakang BPB. Karena letak titik terdekat yang terpapar kebisingan diasumsikan berjarak 10 meter dari sumber bising maka jarak antara BPB dengan titik tambahan terdekat adalah 6 meter (10 meter - 4 meter). BPB eksisting adalah berupa pagar dengan ketinggian rata-rata sekitar 2 meter dari permukaan tanah. Meskipun ketinggian ini melanggar ketentuan yang diatur dalam Peraturan Walikota Surabaya no 58 tahun 2015 tentang Pedoman Teknis Pelayanan Izin Mendirikan Bangunan yang mengatur batas ketinggian pagar untuk Rumah Tinggal maksimal 1,5 meter, namun untuk perhitungan akan tetap digunakan ketinggian 2 meter karena pada lokasi eksisting ketinggian rata-rata pagar adalah 2 meter. Dengan demikian, perhitungan atenuasi BPB buatan dengan menghitung bilangan Fresnel adalah seperti pada tabel 5.10 berikut.

Tabel 5.14 Hasil Perhitungan Bilangan Fresnel

Jarak	R	D	Hb	Hp	Hs	X	Y	Z	c/f	N
10 Meter	4	6	2	1.6	0.5	4.3	6	10	0.34	4.2

Kemudian nilai bilangan Fresnel yang didapatkan dimasukkan ke dalam grafik maekawa untuk didapatkan atenuasi kebisingan yang dihasilkan BPB seperti gambar 5.6 berikut



Gambar 5.15 Grafik Maekawa

Dari pembacaan grafik didapatkan hasil atenuasi 18 dB dan kemudian dihitung kebisingan di titik 10 meter tersebut setelah dikurangi reduksi karena jarak dan BPB.

Untuk perencanaan barrier di area dalam rumah sakit, untuk mereduksi kebisingan berdasarkan tabel 5.12 dan 5.13 maka direncanakan barrier buatan dengan bahan kaca dengan nilai IL sebesar 16-17 dB dan dibangun dengan ketinggian 2 meter. Setelah itu direncanakan peredam bising alami dengan menambahkan tanaman *Heliconia sp.* yang memiliki nilai IL sebesar 3.8 dB, ketinggian tanaman 1,2 meter dan volume kerimbunan daun sebesar 2,8 m³, dan diletakkan setelah dinding kaca. Dan untuk titik sampling ke 14 (Selasar lapangan paker irna bedah) dan 17 (Simpang Masjid dan ruang instalasi) direncanakan berbeda dengan titik sampling lain didalam rumah sakit karena area ini sering dilalui oleh kendaraan bermotor. Pada area ini direncanakan dengan pagar berbahan kaca dengan tinggi 1.5 – 2 meter dan rangkaian tumbuhan bambo yang mempunyai nilai reduksi (IL) sebesar 4,9 dB.

Berikut merupakan ilustrasi barrier yang direncanakan pada gambar 5.8 – 5.10 dan hasil perhitungannya seperti pada tabel 5.10



Gambar 5.16 Bangunan Peredam Bising dengan bahan kaca



Gambar 5.17 Tumbuhan *Heliconia* sp.



Gambar 5.18 Tumbuhan Bambu

Tabel 5.15 Hasil Perhitungan Reduksi Tingkat Kebisingan Karena Jarak dan Peredam

No	Lokasi	Arah Sumber Kebisingan	Baku Mutu (dBA)	LSM Max (dBA)	Reduksi Lsm *10m	Reduksi Jarak + BPB Buatan	Reduksi Jarak + BPB
1	Jalan Airlangga (1)	Luar Rumah Sakit	55	84.60	76.81	59.81	54.81
2	Jalan Airlangga (2)	Luar Rumah Sakit	55	84.64	76.86	59.86	54.86
3	Jalan Darmawangsa (1)	Luar Rumah Sakit	55	84.35	76.57	59.57	54.57
4	Jalan Darmawangsa (2)	Luar Rumah Sakit	55	84.58	76.80	59.80	54.80
5	Jalan Karang Menjangan (1)	Luar Rumah Sakit	55	84.53	76.75	59.75	54.75
6	Jalan Karang Menjangan (2)	Luar Rumah Sakit	55	84.49	76.71	59.71	54.71
7	Jalan Prof Dr. Moestopo (1)	Luar Rumah Sakit	55	84.46	76.68	59.68	54.68
8	Jalan Prof Dr. Moestopo (2)	Luar Rumah Sakit	55	84.52	76.73	59.73	54.73
9	Selasar Kantor Irna Medik	Dalam Rumah Sakit	45	69.18	61.40	44.90	41.10
10	Selasar Perawatan jantung	Dalam Rumah Sakit	45	69.20	61.41	44.91	41.11
11	Selasar Perawatan Irna Bedah	Dalam Rumah Sakit	45	69.06	61.28	44.78	40.98
12	Selasar Taman B	Dalam Rumah Sakit	45	69.19	61.41	44.91	41.11
13	Selasar Lab. Penyakit Dalam	Dalam Rumah Sakit	45	69.14	61.36	44.86	41.06
14	Selasar Lapangan Parkir Irna Bedah	Dalam Rumah Sakit	45	70.95	63.17	46.67	41.77
15	Selasar Kantor Irna Anak	Dalam Rumah Sakit	45	69.06	61.28	44.78	40.98
16	Selasar Unit Lab Farmasi	Dalam Rumah Sakit	45	69.09	61.31	44.81	41.01
17	Simpang Masjid dan Instalasi	Dalam Rumah Sakit	45	69.12	61.34	44.84	39.94
18	Lt.2 Instalasi Rehab Medik	Dalam Rumah Sakit	45	65.98	58.20	41.70	37.50
19	Lt.2 Pusat Diagnostik	Dalam Rumah Sakit	45	65.90	58.12	41.62	37.42
20	Lt.2 Gedung Sebelah Graha Amerta	Dalam Rumah Sakit	45	66.07	58.29	41.79	37.59
21	Lt.2 Gedung Parkir Utara	Dalam Rumah Sakit	45	73.43	65.65	49.15	44.95

Dari tabel 5.15 diatas dapat terlihat kebisingan di titik yang berjarak 10 meter dari sumber bising, skenario reduksi kebisingan untuk kawasan dengan sumber kebisingan dari luar rumah sakit memiliki baku mutu kebisingan 55 dBA dan sumber kebisingan di area dalam rumah sakit yang memiliki baku mutu kebisingan 45 dBA dengan hanya membangun BPB buatan masih belum memenuhi baku mutu kebisingan. jadi juga direncanakan dengan menambahkan tumbuhan peredam bising setelah BPB buatan. Setelan penambahan, maka kebisingan di seluruh titik berada dibawah baku mutu kebisingan.

Langkah selanjutnya adalah memasukkan data kebisingan ke aplikasi surfer untuk mendapatkan sebaran kebisingan yang terjadi pada wilayah studi. Beberapa skenario pemetaan kontur kebisingan yang dilakukan adalah:

1. Sebaran Kebisingan Harian Maksimum (L_s) Tanpa BPB (Gambar 5.16)
2. Sebaran Kebisingan Harian Maksimum (L_s) Dengan BPB (Gambar 5.17)

Gambar 5.16 Sebaran Kebisingan Harian Maksimum (L_s) Tanpa BPB



Gambar 5.19 Sebaran Kebisingan Harian Maksimum (L_s) Tanpa BPB



Gambar 5.20 Sebaran Kebisingan Harian Maksimum (L_s) Dengan BPB

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis data dan pembahasan dari penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan yaitu:

1. Kondisi level kebisingan di wilayah studi yaitu area sekitar RSUD Dr. Soetomo Surabaya secara keseluruhan berada pada level rata-rata kebisingan 73 dB(A) dari seluruh titik pengambilan sampel utama setiap harinya. Sehingga setelah dibandingkan dengan baku mutu kebisingan untuk setiap peruntukan kawasan yang telah ditetapkan pada KEPMEN LH no.48 tahun 1996, maka kebisingan ekivalen siang malam (Lsm) hasil survei melebihi ambang baku mutu untuk seluruh titik pengambilan sampel.
2. Pemetaan level kebisingan di wilayah perencanaan dilakukan dengan penambahan titik-titik tambahan sejauh 50 meter, 100 meter, dan 150 meter ke arah menjauhi titik pengambilan sampel utama untuk mendapatkan kontur kebisingan akibat reduksi kebisingan karena jarak dari sumber bising. Hasil Pemetaan sesuai dengan tabel 5.8 dan gambar pada BAB Analisis Data dan Pembahasan.
3. Perhitungan reduksi kebisingan dari area luar rumah sakit menggunakan bangunan peredam bising (BPB) yang direncanakan berupa dinding kaca dengan reduksi bunyi sebesar 17 dB dikombinasikan dengan tumbuhan peredam bising *Heliconia sp.* dengan reduksi bunyi sebesar 3,8 dB. Direncanakan jarak dari sumber bising ke bangunan peredam bising sebesar 10 meter dan jarak peredam bising ke penerima kebisingan juga sebesar 10 meter. Lalu untuk didalam rumah sakit sama dengan skenario diatas namun di titik sampling ke 14 dan 17 direncanakan dengan tumbuhan bambu.

6.2 Saran

Saran yang dapat dilakukan untuk penelitian selanjutnya adalah:

1. Penelitian selanjutnya sebaiknya dilakukan dengan menambahkan titik pengambilan sampel di tempat yang menghasilkan bising secara signifikan dan dilakukan dengan tim yang lebih banyak agar pengambilan data bisa berjalan optimal.
2. Pemerintah kota Surabaya dan dinas terkait diharapkan dapat lebih memperhatikan hal-hal yang berkaitan dengan kebisingan di fasilitas umum terutama di area rumah sakit sebab dengan kondisi eksisting saat ini kebisingan di sekitar area RSUD Dr. Soetomo sudah melampaui batas baku mutu. Hal-hal yang bisa dilakukan yaitu menertibkan pengguna trotoar di sekitar rumah sakit, perbaikan dan perawatan jalan raya serta pembatasan kendaraan yang lewat pada jam-jam tertentu. Untuk dari pihak rumah sakit sebaiknya menyediakan tempat parkir dan tempat yang bisa di akses oleh umum jauh dari ruang-ruang yang dianggap penting.

DAFTAR PUSTAKA

- Bashiruddin, J., Entjep H., dan Widayat A., 2002. *Gangguan Keseimbangan*. Dalam: Soepardi, E.A., et al., ed. *Buku Ajar Ilmu Kesehatan Telinga Hidung Tenggorok Kepala dan Leher Edisi Keenam*. Jakarta: Balai Penerbit FK UI, 94-98.
- Harrington ; F.S Gill. 2005. *Buku Saku Kesehatan Kerja*. Edisi 3. Penerbit ECG : Jakarta.
- Heru. 2011. *Pemetaan Tingkat Kebisingan akibat Aktivitas Transportasi di Jalan Kertajaya Indah Timur-Dharmahusada Indah Timur-Dharmahusada Indah Utara, Surabaya*. ITS. Surabaya
- Ikron, I Made D, Wulandari R. 2007. *Pengaruh Kebisingan Lalulintas Jalan Terhadap Gangguan Kesehatan Psikologis Anak SDN Cipinang Muara Kecamatan Jatinegara, Kota Jakarta Timur, Propinsi DKI Jakarta*. Majalah Kesehatan. 11:32-37.
- Kadriyan H. Soekardono S, Rianto B. 2008. *Pengaruh Bising terhadap Gangguan Vokal pada Guru Sekolah Dasar*. Otorhinolaringologica Indonesiana. 38(2):24-32
- Krisindarto, A. 1996. *Pemetaan Tingkat Kebisingan Akibat Aktivitas Transportasi dan Alternatif Pemilihan Barrier Surabaya Pusat*. Tugas Akhir Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS, Surabaya.
- Lord, P., and Templeton, D. 2001. *Detail Akustik edisi 3*. Erlangga. Jakarta

- Muzzayana, Siti. 2014. *Membuat Kontur dan Layouting Peta Menggunakan Aplikasi Surfer*. UGM. Yogyakarta
- Papacostas, C.S. 1993. *Transportation Engineering And Planning*. Prentice-Hall, Inc., New Jersey.
- Purnomowati, E R. 1997. *Mencari Korelasi Tingkat Kebisingan Lalu Lintas Dengan Jumlah Kendaraan Yang Lewat Di Jalan Kaliurang*. Media Teknik 1997, XIX(4).
- Prasetyo, Bambang . 2006. *Metode Penelitian Kuantitatif : Teori dan Aplikasi*. Raja Grafindo Persada : Jakarta.
- Purnanta, Arief, dkk. 2008. *Pengaruh Bising Terhadap Konsentrasi Belajar Murid Sekolah Dasar*. Jurnal Online.
<http://eprints.ums.ac.id/593/1/%288%29A.pdf> [29 Desember 2016]
- Rao, S., et. al. 1988. *Study of Noise Leves Emitted by individual Motor Vehicle on Road of Visak Hapatnam City*.
- Republik Indonesia. 1996. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 48/MENLH/11/1996 tentang Baku Tingkat Kebisingan
- Republik Indonesia. 1987. Peraturan Menteri Kesehatan No. 718/MENKES/PER/XI/1987 tentang Kebisingan yang Berhubungan dengan Kesehatan
- Republik Indonesia. 1999. Keputusan Menteri Tenaga Kerja No. 51/MEN/1999 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja.
- Sears and Zemansky. 1962. *Physics*. Addison Wesley Pub. Co, Inc, Reading,Massachusetts.

- Subaris, H. and Haryono. 2008. *Hygiene Lingkungan Kerja*. Jogjakarta: Mitra Cendekia Press.
- Suma'mur. 2009. *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*. Penerbit CV. Sagung Seto. Jakarta
- Tambunan, Sihar Tigor Benjamin, 2005. *Kebisingan Di Tempat Kerja*. ANDI, Yogyakarta.
- Warpani, S. P. 2002. *Pengelolaan Lalu Lintas Dan Angkutan Jalan*. Institut Teknologi Bandung, Bandung

Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN A

HASIL PERHITUNGAN TINGKAT KEBISINGAN

No	Lokasi	Senin				
		L1	L2	L3	L4	L5
1	Jalan Airlangga (1)	82.5	85.1	86.1	82.8	57.5
2	Jalan Airlangga (2)	82.3	85.6	86.2	83.3	56.8
3	Jalan Darmawangsa (1)	82.4	85.1	86.0	82.8	57.0
4	Jalan Darmawangsa (2)	82.7	84.8	86.1	83.1	57.3
5	Jalan Karang Menjangan (1)	82.6	84.8	85.8	82.9	57.3
6	Jalan Karang Menjangan (2)	82.6	85.4	85.8	83.1	57.3
7	Jalan Prof Dr. Moestopo (1)	82.7	85.4	85.9	82.9	57.3
8	Jalan Prof Dr. Moestopo (2)	82.3	84.8	86.3	82.7	57.5
9	Selasar Kantor Irna Medik	67.4	71.1	70.9	63.9	51.9
10	Selasar Perawatan jantung	66.9	70.8	70.2	64.0	51.6
11	Selasar Perawatan Irna Bedah	67.0	70.9	70.4	63.8	51.6
12	Selasar Taman B	67.1	71.0	70.2	64.4	52.2
13	Selasar Lab. Penyakit Dalam	66.9	71.2	70.7	64.4	52.1
14	Selasar Lapangan Parkir Irna Bedah	69.7	71.4	72.7	66.3	52.2
15	Selasar Kantor Irna Anak	67.3	71.1	70.3	64.0	52.2
16	Selasar Unit Lab Farmasi	67.4	71.0	70.5	63.7	51.7
17	Simpang Masjid dan Instalasi	66.8	71.3	70.6	64.4	51.9
18	Lt.2 Instalasi Rehab Medik	67.6	67.2	65.5	61.2	58.2
19	Lt.2 Pusat Diagnostik	67.2	67.0	65.0	61.5	59.0
20	Lt.2 Gedung Sebelah Graha Amerta	67.2	67.1	65.1	61.8	59.2
21	Lt.2 Gedung Parkir Utara	74.2	74.1	73.6	69.7	61.9

No	Lokasi	Selasa				
		L1	L2	L3	L4	L5
1	Jalan Airlangga (1)	82.0	85.2	86.3	82.5	57.9
2	Jalan Airlangga (2)	82.6	85.3	86.3	82.9	57.4
3	Jalan Darmawangsa (1)	82.7	85.0	86.0	82.3	57.4
4	Jalan Darmawangsa (2)	82.6	85.2	86.0	82.3	57.6
5	Jalan Karang Menjangan (1)	82.6	84.5	85.8	82.1	57.1
6	Jalan Karang Menjangan (2)	82.6	85.0	85.9	82.8	57.5
7	Jalan Prof Dr. Moestopo (1)	82.4	85.0	85.7	83.0	57.8
8	Jalan Prof Dr. Moestopo (2)	82.5	85.1	85.9	83.1	57.3
9	Selasar Kantor Irna Medik	66.9	71.1	70.6	64.1	57.5
10	Selasar Perawatan jantung	66.9	71.0	70.6	64.2	52.1
11	Selasar Perawatan Irna Bedah	67.6	70.9	70.4	64.3	51.8
12	Selasar Taman B	66.7	71.4	70.5	64.3	52.1
13	Selasar Lab. Penyakit Dalam	67.2	71.4	70.2	64.2	51.8
14	Selasar Lapangan Parkir Irna Bedah	70.3	71.6	73.0	66.7	51.9
15	Selasar Kantor Irna Anak	67.3	70.7	70.6	64.3	51.8
16	Selasar Unit Lab Farmasi	67.3	70.9	69.9	64.5	52.4
17	Simpang Masjid dan Instalasi	67.2	71.1	70.2	64.1	52.1
18	Lt.2 Instalasi Rehab Medik	67.3	67.2	65.4	61.6	58.4
19	Lt.2 Pusat Diagnostik	67.2	67.3	65.4	61.7	59.2
20	Lt.2 Gedung Sebelah Graha Amerta	67.3	67.1	64.9	61.9	58.2
21	Lt.2 Gedung Parkir Utara	73.9	73.9	74.0	68.9	61.8

No	Lokasi	Rabu				
		L1	L2	L3	L4	L5
1	Jalan Airlangga (1)	82.5	84.6	86.2	82.8	57.7
2	Jalan Airlangga (2)	82.5	84.8	86.1	82.7	57.8
3	Jalan Darmawangsa (1)	82.3	84.7	86.2	82.9	57.2
4	Jalan Darmawangsa (2)	82.6	85.1	86.1	82.8	57.6
5	Jalan Karang Menjangan (1)	82.4	84.4	86.0	83.2	57.2
6	Jalan Karang Menjangan (2)	82.4	85.3	86.3	82.7	57.3
7	Jalan Prof Dr. Moestopo (1)	82.5	84.7	85.8	82.5	57.5
8	Jalan Prof Dr. Moestopo (2)	82.5	85.4	86.1	83.0	57.3
9	Selasar Kantor Irna Medik	67.3	71.1	70.3	64.1	58.1
10	Selasar Perawatan jantung	67.1	71.0	70.6	63.5	51.8
11	Selasar Perawatan Irna Bedah	67.5	70.9	70.4	63.7	52.1
12	Selasar Taman B	67.1	71.1	70.4	63.9	51.9
13	Selasar Lab. Penyakit Dalam	67.1	71.2	70.8	64.0	52.2
14	Selasar Lapangan Parkir Irna Bedah	69.8	71.5	72.6	66.5	52.1
15	Selasar Kantor Irna Anak	67.0	71.1	70.1	64.0	52.3
16	Selasar Unit Lab Farmasi	67.1	71.5	70.1	64.0	51.7
17	Simpang Masjid dan Instalasi	66.8	71.0	70.4	64.2	52.3
18	Lt.2 Instalasi Rehab Medik	66.3	67.3	65.7	61.4	58.6
19	Lt.2 Pusat Diagnostik	67.0	66.9	65.4	61.7	59.0
20	Lt.2 Gedung Sebelah Graha Amerta	67.2	67.1	65.6	61.2	58.4
21	Lt.2 Gedung Parkir Utara	73.9	74.2	74.1	69.4	61.8

No	Lokasi	Kamis				
		L1	L2	L3	L4	L5
1	Jalan Airlangga (1)	82.3	85.2	86.1	82.8	57.8
2	Jalan Airlangga (2)	83.0	84.7	85.8	82.5	57.5
3	Jalan Darmawangsa (1)	82.0	84.7	85.7	82.7	57.6
4	Jalan Darmawangsa (2)	81.9	84.9	86.1	83.0	57.6
5	Jalan Karang Menjangan (1)	82.4	84.6	85.9	82.1	57.6
6	Jalan Karang Menjangan (2)	81.9	85.0	86.0	82.5	57.1
7	Jalan Prof Dr. Moestopo (1)	82.6	84.9	86.3	82.8	57.6
8	Jalan Prof Dr. Moestopo (2)	82.5	84.9	85.7	83.4	57.9
9	Selasar Kantor Irna Medik	66.9	71.1	70.2	64.3	57.7
10	Selasar Perawatan jantung	67.1	71.3	70.5	63.9	51.9
11	Selasar Perawatan Irna Bedah	66.8	71.1	70.8	63.9	52.3
12	Selasar Taman B	67.1	71.3	70.9	63.6	52.1
13	Selasar Lab. Penyakit Dalam	67.2	71.3	70.4	64.1	52.1
14	Selasar Lapangan Parkir Irna Bedah	69.8	71.4	72.9	66.4	52.2
15	Selasar Kantor Irna Anak	67.1	71.2	70.6	63.8	52.3
16	Selasar Unit Lab Farmasi	66.9	71.0	70.2	64.0	52.2
17	Simpang Masjid dan Instalasi	67.3	71.4	70.4	64.0	52.4
18	Lt.2 Instalasi Rehab Medik	66.7	66.7	65.6	61.6	59.1
19	Lt.2 Pusat Diagnostik	67.2	67.3	65.3	61.7	58.7
20	Lt.2 Gedung Sebelah Graha Amerta	67.6	67.1	65.3	61.7	57.3
21	Lt.2 Gedung Parkir Utara	74.1	74.2	74.3	69.3	61.8

No	Lokasi	Jum'at				
		L1	L2	L3	L4	L5
1	Jalan Airlangga (1)	82.0	84.7	86.1	82.3	57.8
2	Jalan Airlangga (2)	82.4	84.6	86.1	83.0	57.8
3	Jalan Darmawangsa (1)	82.4	85.0	86.0	82.4	57.4
4	Jalan Darmawangsa (2)	82.7	84.9	86.0	82.6	57.2
5	Jalan Karang Menjangan (1)	82.4	84.8	86.0	83.3	57.4
6	Jalan Karang Menjangan (2)	82.8	84.2	86.3	82.9	57.7
7	Jalan Prof Dr. Moestopo (1)	82.2	84.7	86.0	83.1	58.1
8	Jalan Prof Dr. Moestopo (2)	82.4	84.6	86.1	82.9	57.6
9	Selasar Kantor Irna Medik	67.3	70.9	70.3	63.8	57.4
10	Selasar Perawatan jantung	67.2	71.1	70.7	64.0	52.3
11	Selasar Perawatan Irna Bedah	66.8	71.3	70.6	63.9	51.5
12	Selasar Taman B	67.2	70.9	70.6	63.7	52.0
13	Selasar Lab. Penyakit Dalam	67.3	71.1	70.3	64.2	52.1
14	Selasar Lapangan Parkir Irna Bedah	69.8	71.2	72.4	66.6	52.4
15	Selasar Kantor Irna Anak	66.9	71.1	70.4	64.1	52.5
16	Selasar Unit Lab Farmasi	67.1	70.9	70.5	64.2	51.9
17	Simpang Masjid dan Instalasi	67.2	71.1	70.3	63.9	52.2
18	Lt.2 Instalasi Rehab Medik	66.7	67.3	65.6	61.3	58.8
19	Lt.2 Pusat Diagnostik	67.5	67.0	65.2	61.7	58.4
20	Lt.2 Gedung Sebelah Graha Amerta	66.8	67.1	65.4	61.3	57.0
21	Lt.2 Gedung Parkir Utara	74.0	73.8	73.9	69.6	61.6

No	Lokasi	Sabtu				
		L1	L2	L3	L4	L5
1	Jalan Airlangga (1)	82.1	84.9	86.5	83.7	61.1
2	Jalan Airlangga (2)	82.3	84.6	85.7	83.7	61.6
3	Jalan Darmawangsa (1)	82.0	84.7	86.1	83.6	61.5
4	Jalan Darmawangsa (2)	82.3	84.7	86.3	84.1	61.4
5	Jalan Karang Menjangan (1)	81.9	84.9	86.1	84.2	61.5
6	Jalan Karang Menjangan (2)	82.2	84.5	85.9	83.5	61.0
7	Jalan Prof Dr. Moestopo (1)	82.2	84.5	85.8	84.0	61.7
8	Jalan Prof Dr. Moestopo (2)	82.6	85.0	86.0	83.5	61.5
9	Selasar Kantor Irna Medik	67.3	71.1	70.3	64.3	61.3
10	Selasar Perawatan jantung	66.9	70.9	70.6	63.9	52.2
11	Selasar Perawatan Irna Bedah	67.1	70.9	70.1	64.2	52.0
12	Selasar Taman B	67.3	71.1	70.5	64.0	52.4
13	Selasar Lab. Penyakit Dalam	67.1	71.0	70.3	64.4	52.0
14	Selasar Lapangan Parkir Irna Bedah	70.2	71.2	72.9	66.3	51.9
15	Selasar Kantor Irna Anak	66.8	71.0	70.4	63.9	52.0
16	Selasar Unit Lab Farmasi	67.4	71.1	70.5	63.9	52.3
17	Simpang Masjid dan Instalasi	67.0	71.2	70.4	64.0	51.8
18	Lt.2 Instalasi Rehab Medik	67.0	66.6	65.5	61.5	58.9
19	Lt.2 Pusat Diagnostik	66.9	66.8	65.3	61.2	59.0
20	Lt.2 Gedung Sebelah Graha Amerta	67.2	67.3	65.5	61.0	57.9
21	Lt.2 Gedung Parkir Utara	74.0	74.4	74.3	69.3	61.5

No	Lokasi	Minggu				
		L1	L2	L3	L4	L5
1	Jalan Airlangga (1)	79.2	82.2	85.9	83.0	57.3
2	Jalan Airlangga (2)	79.4	81.8	86.3	82.8	57.9
3	Jalan Darmawangsa (1)	79.2	81.8	86.4	83.0	57.9
4	Jalan Darmawangsa (2)	79.1	81.7	86.0	82.6	57.7
5	Jalan Karang Menjangan (1)	78.7	81.7	86.3	82.7	57.3
6	Jalan Karang Menjangan (2)	79.0	81.7	85.9	82.9	57.9
7	Jalan Prof Dr. Moestopo (1)	79.1	82.1	86.2	81.8	57.2
8	Jalan Prof Dr. Moestopo (2)	78.9	81.8	86.1	82.5	57.3
9	Selasar Kantor Irna Medik	66.7	70.8	70.3	63.9	57.6
10	Selasar Perawatan jantung	67.2	71.3	70.7	64.4	52.3
11	Selasar Perawatan Irna Bedah	67.2	70.8	70.1	63.9	52.4
12	Selasar Taman B	66.9	71.1	70.5	64.2	51.7
13	Selasar Lab. Penyakit Dalam	66.5	71.1	70.8	63.9	52.2
14	Selasar Lapangan Parkir Irna Bedah	69.9	71.1	72.6	66.6	52.1
15	Selasar Kantor Irna Anak	67.2	70.6	70.3	63.9	51.9
16	Selasar Unit Lab Farmasi	67.1	71.2	70.7	63.8	52.0
17	Simpang Masjid dan Instalasi	67.1	71.0	70.6	63.9	51.7
18	Lt.2 Instalasi Rehab Medik	66.6	66.7	65.7	61.7	59.2
19	Lt.2 Pusat Diagnostik	66.8	67.1	65.6	61.4	58.7
20	Lt.2 Gedung Sebelah Graha Amerta	67.7	67.2	65.6	61.5	57.8
21	Lt.2 Gedung Parkir Utara	74.2	73.6	73.9	69.6	61.5

BIODATA PENULIS



Penulis adalah mahasiswa ITS perantau dari Kota Bontang, Kalimantan Timur yang lahir pada tanggal 22 Juni 1995 yang merupakan anak tunggal dari pasangan Bapak Mustakim dan Ibu Sulastri. Penulis memulai pendidikan formalnya di SD Islam Terpadu Yabis Bontang, kemudian dilanjutkan keSMP dan SMA Yayasan Pupuk Kaltim (YPK) Bontang, dan kini melanjutkan studinya di S1 Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan (FTSLK) ITS melalui jalur SBMPTN pada tahun 2013. Selama menjalani studi di ITS, penulis tidak hanya menekuni akademik melainkan juga aktif sebagai aktivis organisasi kemahasiswaan bidang minat bakat dan eksekutif di ITS. Penulis

tergabung dalam Unit Kegiatan Mahasiswa ITS Billiard dan menjabat sebagai kepala departemen pengembangan sumber daya mahasiswa (PSDM) UKM ITS Billiard pada masa studi tahun ketiganya, serta ditahun keempatnya di ITS penulis diamanahi untuk menjadi kepala departemen pengembangan sumber daya mahasiswa (PSDM) Lembaga Minat Bakat ITS. Selain itu, penulis juga tergabung dalam kementrian energy dan maritime Badan eksekutif mahasiswa pada tahun 2014-2015 dan juga tergabung di organisasi kedaerahan yaitu himpunan mahasiswa Bontang (HMB) cabang surabaya sebagai staff eksternal pada tahun 2016 dan diamanahi sebagai kepala departemen internal pada tahun 2017. Karena ketertarikan penulis dalam membahas tentang pengendalian pencemaran udara, penulis menjalani kerja praktek dengan membahas inventarisasi gas rumah kaca di PT Pupuk Kalimantan Timur, Kota Bontang. Karena menurut penulis pencemaran udara terutama kebisingan sering kali terabaikan untuk diperhatikan, padahal kebisingan adalah salah satu hal dasar yang dapat mengganggu kenyamanan lingkungan.

Untuk dapat berdiskusi lebih lanjut dapat menghubungi penulis via telepon seluler ke nomer 0821-5384-6829 atau email ke heruphp22@gmail.com.